Programm

der

städtischen Realschule zu Bromberg

durch welches

zu der öffentlichen Prüfung

am 19. März 1869

ehrerbietigst einladet

der

Director Dr. Gerber.

Inhalt: 1) **Die Spectralanalyse,** vom Oberlehrer Dr. Stürmer.
2) **Schulnachrichten** vom Director.

Bromberg, 1869.
Buchdruckerei von F. Fischer.

der Erdatmosphäre fast ausschloß, beobachtete Janssen das Spectrum des von den Planeten zurückgestrahlten Sonnenlichtes, und fand, daß in der That Wasserdampf sowohl in der Atmosphäre des Mars, wie in der des Saturn vorkommt, wie man es bei dem ersteren auch schon aus den an den Polen desselben bemerkten, sich abwechselnd vergrößernden und verkleinernden Flecken, die man für Eismassen hält, vermuthen konnte. Dagegen haben die außerordentlich zarten Linien, welche das Mondspectrum zeigte, zu dem auch durch viele anderen Beobachtungen bestätigten, und von den Astronomen längst adoptirten Satze geführt, daß der Mond gar keine oder nur eine sehr geringe Atmosphäre besitze.

§. 4.

Ergebnisse der Sonnenfinsterniß am 18. August 1868. [1])

Unter gewöhnlichen Verhältnissen können wir von der Atmosphäre der Sonne nichts wahrnehmen; obwohl sie glüht, so ist ihr Licht doch zu schwach, als daß es von unserem Auge neben dem blendenden Lichte des Sonnenkörpers bemerkt würde, und nur die von ihr erzeugten dunkelen Absorptionslinien des Spectrums geben Kunde von ihr. Aber wenn, wie es bei einer totalen Sonnenfinsterniß geschieht, der Mond den Sonnenkörper uns verdeckt, dann zeigt sie sich in der sogenannten Corona, einem matt glänzenden Lichtringe, der die dunkle Scheibe umgiebt, als welche der Mond dann erscheint. An der inneren Seite dieses Lichtringes erkennt man heller leuchtende Stellen, die Protuberanzen, die von den ersten Beobachtern für Berge auf der Sonne gehalten wurden, welche mit ihren Spitzen über den Rand des Mondes hervorragen, während dieser den eigentlichen Körper der Sonne verdeckt. Von dieser Ansicht wegen der eigenthümlichen, nicht selten überhängenden Form der Protuberanzen, die sogar bisweilen vollkommen frei schweben, zurückgekommen, nahm man an, daß es wolkenähnliche Gebilde seien.

Eine Entscheidung dieser Fragen näher zu führen, schien die am 18. August 1868 eintretende totale Sonnenfinsterniß wegen ihrer langen Dauer von mehreren Minuten ganz besonders geeignet zu sein. Die umfassendsten Vorbereitungen wurden deshalb getroffen, um eine unter so günstigen Umständen sobald nicht wieder eintretende Gelegenheit zur Aufklärung über den Centralkörper unseres Sonnensystems nicht unbenutzt vorüber gehen zu lassen. Wissenschaftliche Expeditionen, geleitet von ausgezeichneten Gelehrten und ausgestattet mit den vortrefflichsten Apparaten wurden von den Regierungen Englands, Frankreichs, Preußens und Oesterreichs nach denjenigen Gegenden abgesandt, die besonders zur Beobachtung der Finsterniß geeignet waren, nach verschiedenen Punkten Indiens und nach Aden in Arabien. Die Resultate der spectralanalytischen Untersuchungen, die uns hier vorzugsweise interessiren, waren im Allgemeinen so, wie man sie erwartet hatte. Gehen wir etwas näher auf dieselben ein.

Am wenigsten durch die Witterung begünstigt war derjenige Theil der preußischen Expedition, welcher sich nach Indien begeben hatte. Dichte Wolkenhüllen vor der Sonne, die statt der erwarteten sechs Minuten nur etwa fünf Secunden lang eine Beobachtung gestatteten, machten es unmöglich, Untersuchungen durch das Spectroskop anzustellen, wogegen der in Aden zurückgebliebene Theil der Expedition namentlich durch eine Anzahl wohlgelungener

---

[1]) Der Naturforscher, 1868 No. 40, 44, 46, 49 und 1869 No. 5.

photographischer Aufzeichnungen der Protuberanzen die ihm gestellte Aufgabe zu erfüllen im Stande war. Die bemerkenswertheste der drei in Aden beobachteten und photographirten Protuberanzen war eine scharfbegrenzte, im lebhaftesten Carminroth glänzende fingerförmige, deren Länge ungefähr den achten Theil des Sonnenhalbmessers betrug.

Bei der ebenfalls in Aden stationirten österreichischen Expedition führte der Schiffs-lieutenant Riha die Spectraluntersuchungen aus. Er bemerkte beim Eintritt der Totalität ein plötzliches Verschwinden aller dunklen Linien und das Spectrum ging in ein allerdings blasses, aber noch deutlich sichtbares continuirliches über. Gegen das Ende der Totalität, als ein dünner Wolkenschleier sich über die Sonne gezogen, durch den die Corona verdeckt wurde, die Protuberanzen aber noch hindurchleuchteten, verschwand im Spectroskop der stärker brechbare Theil des Spectrums fast vollständig und es blieb nur noch eine Reihe rother, durch breite dunkle Zwischenräume von einander getrennter Bänder zurück, ein Umstand, der für die gasartige Natur der Protuberanzen spricht.

Ganz dasselbe Resultat erhielt der Leiter der englischen Sonnenfinsterniß-Expedition, Major Tennant bei der Beobachtung zu Guntoor in Indien. Er sah von einer Protuberanz ein Spectrum mit hellen Linien, von denen drei den Linien C, D und b des Sonnenspectrums entsprechen; er entdeckte ferner eine helle Linie im Grün in der Nähe der Linie F, sie verschwand aber im Sonnenlichte, ehe er sie messen konnte; endlich fand er im Blau Spuren einer Linie in der Nähe von G. Die Corona zeigte ein continuirliches Spectrum, woraus das Resultat sich ergiebt, daß die Atmosphäre der Sonne, wenigstens in geringer Entfernung vom Sonnenrande vorzugsweise aus einem nicht leuchtenden oder schwach leuchtenden Gase besteht. Die Protuberanz war sehr hoch und schmal; die Photographie zeigte sie als einen Lichtstreifen, der spiralförmig um ein halbdurchscheinendes Centrum gewunden war.

Die französische Regierung hatte ihre Expedition nach der Halbinsel Malacca entsandt. Rayet und Hatt, denen die Spectraluntersuchung der Protuberanzen anvertraut war, fanden vier Gruppen derselben; ihre Farbe konnte am besten mit der einer rosigen, leicht violett gefärbten Koralle verglichen werden, eine derselben hatte eine Länge gleich dem zehnten Theile des Monddurchmessers, zwei andere, sich fast diametral gegenüberstehend, erschienen gezähnt, die vierte bildete eine breite Gruppe von flockigem Aussehen. Die lange Protuberanz zeigte im Spectroskop eine Reihe von neun hellen Linien, welche nach ihrer Vertheilung auf dem Gesichtsfelde, ihrer relativen Entfernung, ihrer Farbe und ihrem Gesammteindruck verglichen werden müssen mit den Linien B, D, E, b, einer unbekannten, F und zwei Linien der Gruppe G. Diese Linien hatten einen sehr lebhaften Glanz und hoben sich sehr scharf von dem blassen aschgrauen Grunde ab. Hieraus ging ebenso, wie aus den anderen Beobachtungen hervor, daß die Protuberanzen die Strahlen einer glühenden Gasmasse, die Flammen eines chemischen Phänomens von ungeheurer Mächtigkeit sind. Nach dem Verschwinden des Sonnenrandes schien der Mond eine viertel Minute lang noch wie mit einem leuchtenden Ringe umgeben, der einen Glanz besaß, wie die Sonne selbst. Die eigentliche Sonnenkugel scheint hiernach von einer dünnen, durchsichtigen, sehr glänzenden Schicht umgeben zu sein; unabhängig von dieser Hülle zeigte sich die Corona in ihrer gewöhnlichen Gestalt.

Am interessantesten aber und für die erfolgreiche Untersuchung der Umgebung unserer Sonne am fruchtbringendsten ist jedenfalls die Entdeckung einer Methode, welche gestattet, die Protuberanzen und die Gegenden der Sonnenumgebung zu jeder Zeit zu beobachten, und

deren Princip in dem französischen Astronomen Janssen, der die Finsterniß ebenfalls in Guntoor in Indien beobachtete, während der Finsterniß selbst auftauchte. Diese Methode stützt sich auf die Eigenthümlichkeiten des Spectrums des Protuberanzenlichtes, welches sich in eine kleine Anzahl sehr leuchtender Bündel auflöst, die den dunklen Linien des Sonnenspectrums entsprechen. Gleich am Morgen nach der Finsterniß wandte Janssen seine neue Methode mit Erfolg an; er fand die Protuberanzen des vorigen Tages stark verändert, von der großen Protuberanz waren kaum einige Spuren übrig und die Vertheilung der Gasmassen war eine ganz andere. Er hat Karten von Protuberanzen gezeichnet, die zeigen, mit welcher Geschwindigkeit oft in wenigen Minuten diese ungeheuren Gasmassen ihre Gestalt und ihren Ort verändern.

Interessant ist bei dieser Entdeckung, daß fast zu gleicher Zeit unabhängig von Janssen und Hunderte von Meilen von ihm entfernt der Engländer Norman Lockyer auf dieselbe Methode verfiel, nachdem er schon im Jahre 1866 ein Verfahren zur Untersuchung der Sonnenumgebung in Vorschlag gebracht hatte, das aber bisher zu keinem Resultat führte. Lockyer konnte, indem er ein direkt für diesen Zweck angefertigtes Spectroskop benutzte, die glänzenden, hellen Linien einer Protuberanz erkennen, welche über dem gewöhnlichen Spectrum erschienen, wenn, den Sonnenrand durchmusternd, das Instrument auf ein solches Object gerichtet war. Er bestimmte in dem Spectrum einer Protuberanz drei helle Linien, eine mit C, die zweite mit F zusammenfallend, die dritte nahe bei D. Beide Linien C und F gelten als die des Wasserstoffs, so daß also höchst wahrscheinlich das Licht der Protuberanzen vom glühenden Wasserstoff herrührt. Das Resultat auch von Lockyers Untersuchungen ist dies, daß die Protuberanzen einfach lokale Anhäufungen einer gasigen Hülle sind, welche die Sonne vollständig umgiebt; die Dicke dieser Hülle berechnet er auf etwa 8000 Kilometer oder 1140 Meilen.

Die neue Methode hat bereits in weiteren Kreisen ihre Bestätigung gefunden, Secchi in Rom und Dr. Tietjen in Berlin haben mit Hülfe derselben Protuberanzen gesehen und analysirt. Daß der erstere trotz eifrigen Suchens keine Umkehr irgend einer anderen Frauenhofer'schen Linie in eine helle wahrnehmen konnte, als der Wasserstofflinien C und F, rührt nach ihm daher, daß der Wasserstoff in der Sonnenatmosphäre weit verbreitet ist, während die anderen Gase schwerer sind, also in einer tieferen Schicht der Atmosphäre bleiben.

§. 5.

Das Spectrum der Kometen.

Daß man die Spectraluntersuchungen nicht auf die Sonne allein und die Planeten beschränkte, sondern auch auf die noch übrigen Körper unseres Sonnensystems anwandte, auf die in mancher Beziehung noch so räthselhaften Kometen, ist leicht erklärlich. Nachdem schon im Jahre 1864 Donati im Spectrum eines Kometen helle Linien aufgefunden hatte, wandten im verflossenen Jahre namentlich Pater Secchi in Rom und Huggins in England ihre Aufmerksamkeit diesen Weltkörpern zu.[1]) Im Mai 1868 erschien der periodische Brorsen'sche Komet und wurde von Secchi untersucht. Das Spectrum desselben bestand nur aus einer Reihe heller Streifen, welche durch dunkele oder vielmehr schwach erleuchtete Zwischenräume von

---

[1]) Der Naturforscher 1868 No. 33.

einander getrennt waren, war also ähnlich dem Spectrum selbstleuchtender Gase. Secchi folgert daraus, daß der größte Theil des Kometenlichtes eigenes Licht dieser Körper sei, und daß das reflectirte Sonnenlicht nur einen unmerklichen Theil desselben ausmache. Huggins, der denselben Kometen untersuchte, fand das Spectrum desselben aus drei hellen Linien bestehend, wovon die hellste im Grün dieselbe Lage hat, wie die Doppellinie des Stickstoffs, der zweite blaue Streifen fällt fast genau zusammen mit der Gruppe heller Linien, welche das Spectrum der atmosphärischen Luft giebt, während der dritte gelbe Streifen mit der Spectrallinie keines bekannten Stoffes übereinstimmt.

Recht geeignet zur Vergleichung mit diesen Beobachtungen, wurde im Juni 1868 von Winnecke in Karlsruhe ein Komet entdeckt, und sogleich von den Astronomen mit dem Spectroskop in Angriff genommen. Secchi fand das Spectrum sehr verschieden von dem des Brorsen'schen; es zeigte drei helle Linien im Grün, Blau und Gelb und hatte große Aehnlichkeit mit dem Spectrum des Kohlenwasserstoffs, so daß man zum Glauben sich hinneigen könnte, daß diese Substanz in wirksamer Weise an der Erzeugung des Kometenlichtes betheiligt sei. Dies stimmt auch gut überein mit Huggins Beobachtung, daß die drei Streifen im Spectrum des Winnecke-schen Kometen genau dieselben seien, wie drei Streifen, aus denen das Spectrum der Kohle der Hauptsache nach besteht, wenn man den Inductionsfunken durch einen Strom von ölbildendem Gase überspringen läßt, so daß man zu der Behauptung gezwungen ist, der Stoff, von dem in beiden Fällen das Licht ausgeht, sei ein und derselbe. Die große Feuerbeständigkeit der Kohle scheint dieser Auffassung zu widersprechen; allein manche Kometen haben sich der Sonne stark genug genähert, um eine Wärme zu empfangen, welche selbst Kohle verdampfen kann. Die Gleichheit der Bahnen der periodischen Sternschnuppenschwärme mit denen einiger Kometen scheint durch Schiaparelli bewiesen zu sein. Bestehen nun diese Kometen aus Kohle, so ist das Vorherrschen der grünen oder blauen Sternschnuppen erklärlich, da dies die Spectralfarbe des leuchtenden Kohlenstoffs ist. Jedenfalls aber haben die Untersuchungen der beiden Kometen die Thatsache festgestellt, daß beide aus verschiedenen Stoffen bestehen. Denn die Uebereinstimmung zwischen Secchi und Huggins macht es in hohem Grade wahrscheinlich, daß im Winnecke'schen Kometen Kohle, im Brorsen'schen dagegen Stickstoff der leuchtende Stoff sei.

§. 6.

Das Spectrum der Fixsterne. [1])

Gehen wir von den Körpern unseres Sonnensystems zu den Weltkörpern außerhalb desselben, zunächst zu den Fixsternen über, so begegnen wir hier denselben Männern wieder, deren Namen schon öfter auf den vorhergehenden Seiten genannt sind, Secchi und Huggins. Namentlich der erstere hat die Spectra von gegen 500 Fixsternen untersucht und seine Beobachtungen im Jahre 1867 veröffentlicht. [2]) Er unterscheidet hiernach drei charakteristische Typen von Sternen, die am Himmelsgewölbe auch räumlich von einander geschieden sind. Fast die Hälfte der untersuchten Sterne gehört dem ersten Typus an z. B. der Sirius, die

---

1) Ergebnisse der Spectralanalyse in Anwendung auf die Himmelskörper von Huggins. Deutsch von Klinkerfues. 1868.
2) Poggendorff Bd. 131 S. 156.

Lyra, die Plejaden, Hyaden, Sterne des großen Bären u. a. Sie sind besonders charakterisirt durch zwei Wasserstofflinien; die dritte beim Glühen des Wasserstoffgases im Spectrum desselben auftretende Linie wurde im Spectrum dieser Sterne nicht gefunden, woraus Secchi den Schluß zieht, daß der Wasserstoff in der Atmosphäre derselben sich in sehr verdünntem Zustande befinde, da Plücker beobachtet hat, daß wenn man den im electrischen Lichte glühenden Wasserstoff sehr verdünnt, gerade diese dritte Linie verschwindet. Außer dem Wasserstoff weist bei einer großen Anzahl dieser Sterne das Spectrum auf die Anwesenheit von Natrium, Magnesium und Eisen hin; im Aldebaran ist auch Quecksilber und Antimon nachgewiesen, Stoffe, die in der Atmosphäre der Sonne fehlen.

Der zweite Typus, weniger zahlreich als der erste, zu welchem z. B. der Stern α Orionis gehört (dessen Spectrum unter No. 6 die beigefügte Tafel giebt), zeichnet sich besonders durch ein Spectrum mit breiten dunklen Streifen aus, welche sich bei starker Vergrößerung in sehr feine Linien auflösen lassen. Als besonderes Merkmal hebt Secchi hervor, daß der helle Theil des Spectrums aus einzelnen hellen Linien zusammengesetzt ist. Es scheinen hiernach sich unbekannte Vorgänge anderer Art zu vollziehen, als auf den andern Sternen. Bei α Orionis, einem röthlichen Sterne, fanden Huggins und Miller bei einer Untersuchung im Jahre 1866, daß eine Gruppe von dunklen Linien, die sie früher, im Jahre 1864 entschieden beobachtet hatten, nicht mehr existirte, woraus hervorgeht, daß Stoffe, die früher in der Atmosphäre des Sternes waren, später nicht mehr vorhanden waren, was mit der Veränderlichkeit sowohl der Farbe, als der Helligkeit jenes Sternes im Zusammenhang steht.

Secchi's dritter Typus von Fixsternen, zu welchem unsere Sonne gehört, zeigt im Spectrum Linien, die im Allgemeinen mit den Frauenhofer'schen Linien übereinstimmen.

Im Jahre 1868 wurde durch Pater Secchi's weitere Forschungen noch ein vierter Typus von Fixsternen hinzugefügt, der meist rothe Sterne enthält, deren Spectrum aus drei leuchtenden Streifen besteht, die durch dunkle Zwischenräume getrennt sind.

Es verdient beachtet zu werden, daß mit weniger Ausnahme diejenigen Elemente, welche für das Leben auf der Erde als wesentlich gelten, nämlich Wasserstoff, Natrium, Eisen, gerade auch diejenigen sind, welche durch das Spectrum der Sterne auf denselben nachgewiesen sind.

Eine Vergleichung der von Secchi festgestellten spectralanalytischen Typen der Fixsterne mit ihrer Farbe steht in Aussicht von Zoellner, welcher über die Farbe der Gestirne mittelst eines von ihm erfundenen Colorimeters neuerdings eingehende Untersuchungen angestellt hat.[1]) Das Licht der für das unbewaffnete Auge sichtbaren glänzenden Sterne hat oft einen leichten Anflug von Roth, Orange oder Gelb, beobachtet man aber durch das Fernrohr, so entdeckt man auch Sterne von blauer, grüner oder violetter Farbe. Nach den von Huggins und Miller angestellten Versuchen ist es wahrscheinlich, daß diese Farbendifferenz daher rührt, daß die verschieden zusammengesetzten Hüllen der Sterne verschiedene Theile des gleichen Lichtes absorbiren, so daß erst das aus der Atmosphäre heraustretende Licht verschieden gefärbt ist. Die durch die Atmosphäre absorbirten Lichttheile zeigen sich im Spectrum als dunkle Linien; enthält der rothe Theil des Spectrums vorzugsweise dunkle Linien, so wird in der Atmosphäre besonders der rothe Theil des Lichts absorbirt, während der grüne und blaue Theil unverändert bleibt;

---

[1]) Poggendorff Bd. 135 S. 59.

die Farbe des betreffenden Sterns würde also grünlich oder bläulich sein. Ebenso wird der Stern eine rothe Färbung zeigen, wenn der grüne oder blaue Theil des Spectrums durch dunkle Linien abgeschwächt ist.

Mit dieser Erklärung stimmen die Spectren der Sterne α Orionis und β Pegasi, von denen der erstere ein rother, der andere ein gelber Stern ist; ihre Spectra enthalten nämlich vorzugsweise im grünen und blauen Theile dichte Gruppen von dunklen Linien. Dagegen zeigen die Spectren weißer Sterne, z. B. des Sirius, eine verhältnißmäßig gleichförmige Vertheilung feiner Linien, durch welche kein bestimmter Theil vorzugsweise geschwächt wird, also auch keine Farbe besonders hervortreten kann.

Einen interessanten Aufschluß gewährte das Spectroskop über den neuen Stern im Sternbilde der nördlichen Krone, welcher die Astronomen im Mai 1866 durch sein plötzliches Aufleuchten überraschte. An dieser Stelle, an welcher die Sterntafeln nur einen dem bloßen Auge unsichtbaren Stern neunter Größe aufführten, entdeckten Birmingham in Irland und Courbebaisse in Frankreich am 12. und 13. Mai einen glänzenden Stern dritter Größe, dessen Glanz aber nach und nach abnahm, denn schon am 30. Juni war er bis zu seiner ursprünglichen Lichtstärke wieder herabgesunken. Die von Wolff und Rayet in Frankreich und von Huggins in England ausgeführte Spectralanalyse ergab zwei über einander liegende Spectra, von denen das eine aus vier leuchtenden Linien gebildet, das andere dem der Sonne und der übrigen Fixsterne analog war. Das Spectrum mit hellen Linien zeigte an, daß außer dem gewöhnlichen Lichte des Sterns noch eine zweite Lichtquelle und zwar ein leuchtendes Gas daselbst vorhanden war. Die beiden hellsten Linien stimmten ihrer Lage nach mit den Linien des Wasserstoffspectrums überein, und bringt man diesen Umstand mit der Plötzlichkeit des Aufleuchtens und der eben so schnellen Lichtabnahme in Verbindung, so liegt die Annahme nahe, daß dieser Stern der Sitz einer großen, von außerordentlicher Gasentwickelung begleiteten Katastrophe gewesen, und plötzlich von den Flammen brennenden Wasserstoffgases umgeben gewesen sei; als das Gas verzehrt war, nahm die Flamme allmälig ab und der Stern kam zu seinem früheren Zustande zurück.

§. 7.

Bewegung der Fixsterne.[1])

Eine der bemerkenswerthesten Anwendungen der Spectralanalyse ist auf Entscheidung der Frage gerichtet, ob und eine wie große Eigenbewegung den Fixsternen zukommt. Der Erste, welcher den Grundgedanken dieser Untersuchungen aussprach, war Doppler. Er suchte in seiner 1842 erschienenen Schrift „Theorie des farbigen Lichtes der Doppelsterne" den periodischen Farbenwechsel der Doppelsterne dadurch zu erklären, daß er annahm, die Geschwindigkeit dieser Sterne sei nicht verschwindend klein gegen die Geschwindigkeit des Lichts, und es müsse also in dem Falle, daß der Stern sich uns nähert, die Anzahl der Aetherschwingungen, die in einer Sekunde in unser Auge kommen, eine größere, bei der entgegengesetzten Bewegung eine kleinere werden. Im ersten Falle müsse daher, weil das violette Licht die meisten, das rothe die wenigsten Schwingungen macht, die Farbe des Sterns sich mehr zum Violett, im letzteren mehr

---

[1]) Poggendorff Bd. 109 S. 160 170, Bd. 116 S. 333.

zum Roth neigen. Für diese Ansicht suchte Doppler eine Stütze in den Erscheinungen des Schalls. Durch Fizeau ist nachgewiesen, daß sich die Höhe des Tons ändert, wenn ein tönender Körper sich dem Hörer nähert oder sich von ihm entfernt, da durch die Bewegung die Länge der Schallwellen eine Aenderung erfährt. Zu Experimenten hierüber geben die Eisenbahnen Gelegenheit; am Tone einer Locomotiv-Pfeife ist ein um so bedeutenderes Sinken wahrzunehmen, je größer die Geschwindigkeit ist, mit der sie sich von uns entfernt. Doppler wandte die Theorie dieser Erscheinung auf das Licht an und schloß, daß wenn ein leuchtender Körper sich vom Beobachter entfernt mit einer Geschwindigkeit gleich der des Lichts, jede Lichtwelle noch einmal so lang, also das violette Licht roth werden müßte, da sich die Wellenlängen der rothen und violetten Strahlen fast wie zwei zu eins verhalten. Nähert sich dagegen der leuchtende Körper mit einer Geschindigkeit, welche halb so groß ist, als die des Lichtes, so wird jede Lichtwelle um die Hälfte verkürzt, die Farbe somit um eine Octave höher, oder Roth wird Violett werden. Für Geschwindigkeiten, die zwischen den beiden Grenzen liegen, wird man entsprechende Farbenveränderungen erhalten. Da nun aber die Geschwindigkeit des Lichts 42,000 Meilen in der Secunde beträgt, unendlich mehr, als wir für die Geschwindigkeit eines Sterns annehmen können, so wird die etwaige Farbenänderung so unbedeutend sein, daß sie sich wohl der Beobachtung entziehen würde. Hier erweisen sich nun die Spectrallinien sehr brauchbar.

Eine Substanz erzeuge durch ihr Verbrennen im Spectrum die Linie F, welche dem Blau entspricht und einer Wellenlänge von 486 Milliontel Millimeter, so wird diese, wenn der Stern sich bewegt, ihren Ort im Spectrum ändern. Denn indem das die Linie erzeugende Molekül in der ihm eigenen unveränderlichen Zeit schwingt, wird die Welle durch die Bewegung des leuchtendes Punktes verlängert oder verkürzt werden und dem entsprechend auch ihre Brechbarkeit und Farbe ändern, und wenn man sie nun mit derselben Substanz vergleicht, welche in der Nähe des Beobachters Strahlen entsendet, so wird man eine Verschiedenheit im Orte der Spectrallinien finden. Wäre z. B. die Bewegung eine solche, daß die Länge der Welle um 40 Milliontel Millimeter zunimmt, so würde die Linie F an die Stelle der Linie E wandern und ihre Farbe wäre nun grün. Um diese Veränderung zu bewirken, müßte der Stern sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 4000 Meilen in der Sekunde von uns entfernen d. h. mit einer tausendmal größeren Geschwindigkeit, als die der Erde ist.

Die gegenwärtigen Spectralapparate gestatten aber, noch viel kleinere Intervalle wahrzunehmen; die Verschiebung einer Spectrallinie um eine Größe, die der Breite der Doppellinie D gleich kommt, würde bei dem Stern eine Geschwindigkeit von 40 Meilen voraussetzen, wenn er sich von uns entfernt, oder von 20 Meilen, wenn er sich uns nähert. Aber auch diese Bewegung ist noch größer, als wir sie bei den Fixsternen annehmen können. Secchi fand bei vielfältigen Versuchen mit den Sternen Sirius, α Orionis, Sternen des großen und kleinen Hundes und anderer Sternbilder, daß er mit seinen Meßinstrumenten keine Verschiebung einer Spectrallinie wahrnehmen konnte, wodurch nachgewiesen war, daß es unter den untersuchten Sternen keinen giebt, dessen Eigenbewegung fünf mal bis zehn mal so groß ist, als die Bewegung der Erde in ihrer Bahn. Secchi ließ bei seinen Versuchen in das Feld der Beobachtungslinse das Spectrum und gleichzeitig das direkte Bild des Sterns gelangen und verglich sie mit einem festen Maßstabe, der in diesem Bilde angebracht war. Er wählte die Linien F oder E (die Linien des Wasserstoffs und Eisens); dieselben mußten also im Spectrum aller Sterne denselben Ort im Vergleich zum direkten Bilde einnehmen, wenn sie nicht etwa

durch Bewegung des Sterns verschoben wurden. Das negative Resultat von Secchi's Versuchen wurde schon erwähnt.

Dieselben Versuche stellten 1867 und 1868 die Engländer Huggins und Miller an[1]) und waren so glücklich, ein positives Resultat zu gewinnen. An dem Spectrum des Sirius wurde durch eine sorgfältige, schwierige Untersuchung und die mannigfaltigsten Vorsichtsmaßregeln gegen sich einschleichende Beobachtungsfehler, die der Frauenhofer'schen Linie F entsprechende Linie mit einer Linie des Wasserstoffspectrums verglichen. Die Wasserstofflinie des Sirius zeigte nun eine etwas geringere Brechbarkeit und ihre Verschiebung entsprach einer um 0,109 Milliontel Millimeter größeren Wellenlänge, welche nur herrühren konnte von der vereinten Wirkung der Bewegungen des Sterns und der Erde zur Zeit der Beobachtung. Wird nun die Geschwindigkeit des Lichts zu 42,000 Meilen angenommen und die Wellenlänge für die Linie F zu 486,5 Milliontel Millimeter, so bedeutet die beobachtete Aenderung in der Wellenlänge der Linie des Siriusspectrums ein Sichentfernen der Erde vom Sirius um 8,9 Meilen in der Sekunde. Zur Zeit der Beobachtung betrug der Theil der Erdbewegung in der Richtung des beobachteten Lichtstrahls etwa 2,6 Meilen in der Sekunde vom Stern weg; es bleibt somit eine Bewegung von der Erde weg im Betrage von 6,3 Meilen in der Sekunde, die wir dem Sirius zuzuschreiben, berechtigt zu sein scheinen.

Durch direkte Beobachtung der sichtbaren Eigenbewegung eines Sterns kann man nur diejenige Bewegung ermitteln, welche nach rechts oder links von der Gesichtslinie erfolgt, während das Nähern und Entfernen uns auf diesem Wege ewig verschlossen bliebe. Aber gerade diese Bewegung, das Nähern oder Fortrücken in der Richtung der Gesichtslinie können wir durch die Spectralanalyse ermitteln. Durch Vereinigung beider Beobachtungsmethoden würde man dann die wahre Bewegung des Fixsterns im Raume zu berechnen im Stande sein.

Die Beobachtungen Huggins über Castor, Aldebaran und einige andere Sterne sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Wenn gleich das erhaltene Resultat dieser Beobachtungen noch durchaus kein absolut sicheres ist, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, daß bei einer größeren Vervollkommnung der Apparate und Beobachtungsmethoden in nicht zu ferner Zeit ein solches erzielt werden wird.

§. 8.

Das Spectrum der Nebelflecke.

Selbst die aus den tiefsten Fernen mit nur schwachem Lichte zu uns herüberleuchtenden Nebelflecke sind der Beobachtung durch das Spectroskop nicht entgangen, und dasselbe hat einen interessanten Aufschluß über ihre Beschaffenheit gegeben. Wenn man bisher meist annahm, daß diejenigen Nebel, welche sich durch das Fernrohr nicht in Sternhaufen auflösen ließen, dies nur ihrer ungeheuren Entfernung verdankten und daß sie, durch noch stärkere Instrumente betrachtet, sich als auflösbar erweisen würden, so zeigte ihr von dem Spectrum der Fixsterne gänzlich verschiedenes Spectrum, daß sie in der That aus leuchtenden Gasmassen bestehen. Von den 60 Nebelflecken, welche Huggins untersuchte, gab fast der dritte Theil ein Spectrum, welches nur aus drei hellen Linien bestand, deren Uebereinstimmung mit den Linien des Wasserstoff-

[1]) Philosophical Magazine, Juli 1868.

und Stickstoffspectrums sicher festgestellt wurde. Auch Secchi fand im Jahre 1865 in dem Spectrum des Orionnebels drei helle Linien, von denen die eine mit der Linie F des Sonnenspectrums zusammenfiel, welche eine Wasserstofflinie ist, und vermuthet, daß die beiden andern Wasserstofflinien nur der Schwäche des Lichtes wegen nicht sichtbar seien. Auch Nebelflecke, deren Spectrum nur eine einzige helle Linie zeigt, wurden von Huggins aufgefunden. Er gelangt durch seine Beobachtungen zu dem Schlusse, daß die nicht auflösbaren Nebelflecke aus einer im gasförmigen Zustande befindlichen Materie bestehen, welche eine intensive Wärme besitzt, und daß die meisten Stickstoff und Wasserstoff als Hauptbestandtheile enthalten.

Kehren wir jedoch nun aus den entlegenen Regionen des Weltalls zur Erde zurück und sehen zu, welche Ausbeute die Spectralanalyse für irdische Verhältnisse gegeben hat, sie, die sich für die Physik der Himmelskörper, wie im Vorhergehenden gezeigt, so außerordentlich fruchtbringend erwiesen hat.

§. 9.

Die Entdeckung neuer Metalle.

Die Erwartung, welche Kirchhoff und Bunsen in ihrer ersten Veröffentlichung über die Spectralanalyse[1]) aussprachen, daß diese Methode, welche die Grenze der chemischen Reactionen in so ungewöhnlicher Weise hinausrückt, ganz besonders geeignet sein müsse zur Ausspürung noch unbekannt gebliebener Elemente, die zu spärlich verbreitet vorkommen oder andern Stoffen gegenüber zu wenig charakterisirt sind, um durch unsere bisherigen unvollkommenen Mittel wahrnehmbar zu sein, — diese Erwartung hat sich vollständig bewährt, indem seitdem vier neue Metalle durch das Spectroskop aufgefunden worden sind, nämlich das Cäsium, Rubidium, Thallium und Indium.

Die beiden ersten derselben wurden von Kirchhoff und Bunsen selbst in den Jahren 1860 und 1861 entdeckt, das Cäsium im Dürkheimer Soolwasser, das Rubidium im Lepidolith.[2]). Nachdem sie aus der Mutterlauge des erwähnten Mineralwassers, welches nach früheren Untersuchungen Kali, Natron, Lithion, Kalk, Strontian und Magnesia enthält, auf bekannte Weise die letzten vier Stoffe ausgeschieden hatten, brachten sie einen Tropfen mittelst eines Platindrahtes in die Gasflamme. Das Spectrum zeigte die Linien des Natrons und Kalis, aber außerdem noch zwei nahe bei einander liegende blaue Linien, von denen die eine fast mit einer Strontianlinie zusammenfiel. Da keiner der bisher bekannten einfachen Stoffe an der bezeichneten Stelle des Spectrums zwei solche Linien hervorbrachte, so vermutheten beide Gelehrte die Existenz eines neuen Metalls. Es gelang ihnen, den vermutheten Stoff, welchem sie den Namen Cäsium beilegten (caesius blaugrau), von den andern Bestandtheilen der Mutterlauge als Chlorverbindung zu trennen und aus dem Chlorcäsium mittelst Electricität das Metall selbst darzustellen. In wie geringer Menge sich dasselbe in dem Soolwasser befindet, geht daraus hervor, daß das aus fast 100,000 Pfund Dürkheimer Mineralwasser, zu deren Verdampfung fast hundert Centner Steinkohlen erforderlich waren, ausgezogene Material kaum einige Quentchen betrug. Wegen der Schwierigkeit seiner Reindarstellung und der Spärlichkeit seines Vorkommens fehlen über die

---

1) Poggendorff 110 S. 186.
2) Poggendorff Bd. 113 S. 337, Bd. 119 S. 1.

metallischen Eigenschaften des Cäsium zur Zeit noch genauere Angaben; als Chlorcäsium ist es in einer großen Zahl von Soolwässern, stets in Verbindung mit Kali, Natron und Rubidium nachgewiesen worden. Es gehört zu den Alkalimetallen und ist in seinen Eigenschaften und Reactionen dem Kali sehr ähnlich, aber noch electropositiver als dieses, überhaupt der electropositivste aller bis jetzt bekannten Stoffe. Sein chemisches Aequivalent ist 133, das des Wasserstoffs gleich 1 gesetzt.

Wird der Sächsische Lepidolith (Lithionglimmer) derartig behandelt, daß die Alkalien allein in Lösung bleiben, die übrigen Bestandtheile aber abgeschieden werden, fällt man alsdann eine solche Lösung durch Platinchlorid und kocht den Rückstand wiederholt mit Wasser aus, so bleibt ein schwer löslicher Rückstand, welcher bei der spectralanalytischen Prüfung neun Linien zeigt, von denen charakteristisch besonders zwei sind, die an der äußersten Grenze des Roth noch jenseits der von Frauenhofer mit A bezeichneten Linie liegen. Diese Beobachtung führte Kirchhoff und Bunsen auf ein neues Alkalimetall, das Rubidium (rubidus dunkelroth). Das Rubidium, zur Zeit schon viel genauer untersucht als das Cäsium, ist silberglänzend, weiß mit einem kaum merklichen Stich ins Gelbe, bei — 10° C noch weich wie Wachs, schmilzt bei 38,5° C und verwandelt sich noch unter der Glühhitze in einen blauen Dampf, der einen Stich ins Grünliche zeigt. An der Luft läuft es augenblicklich mit einer blaugrauen Suboxydhaut an und entzündet sich selbst in größeren Stücken nach wenigen Augenblicken noch leichter als das Kalium. Es ist bedeutend electropositiver als Kalium, wenn es mit diesem zu einer galvanischen Kette verbunden wird. Auf Wasser geworfen, verbrennt es mit einer Flamme, die von der des Kalium dem Anblicke nach sich nicht unterscheiden läßt. Sein spec. Gewicht ist 1,52, sein Aequivalent 85,4.[1]) Wenn gleich das Rubidium in sehr geringen Quantitäten vorkommt, so daß z. B. 150 Kilogramm Lepidolith nur etwa 2 Gramm Chlorrubidium lieferten, so ist es doch ein sehr verbreiteter Stoff. Außer in vielen Soolwässern und in den Rückständen der Salpeterfabriken, findet es sich namentlich in der Asche vieler Vegetabilien der verschiedensten Art und der fernsten Herkunft. Grandeau[2]) hat es in der Asche des Tabaks, des Kaffees und Thees, des Buchenholzes, der Weintrauben und anderer Pflanzen nachgewiesen.

Das dritte neue Metall[3]) wurde 1861 von William Crookes im Selenschlamm aus den Bleikammern einer Schwefelsäurefabrik zu Tilkerode am Harz entdeckt, und von dem französischen Chemiker Lamy zuerst isolirt dargestellt. Sein Spectrum zeichnet sich durch eine intensiv grüne Linie aus, wegen deren es auch den Namen Thallium (thallus, grüner Zweig) erhielt. Diese Reaction ist so genau, daß nach Lamy's Schätzung noch $\frac{1}{50,000,000}$ Gramm dadurch erkannt werden kann. Das Thallium nähert sich in seinen physikalischen Eigenschaften dem Blei am meisten; es ist weiß, mit lebhaftem Metallglanz, sehr weich, färbt auf Papier gelblich ab, schmilzt bei 288° C, und verflüchtigt sich in der Rothglühhitze. Sein sp. Gewicht beträgt 11,9, sein Aequivalent 203,5. An der Luft oxydirt es rasch, erhält aber seinen Metallglanz wieder, sobald man es in Wasser legt, da sich die entstandene Oxydschicht

---

1) Annalen der Chemie. 1864.
2) Poggendorff Bd. 116 S. 509. Compt. rend, 1862 S. 1057.
3) Poggendorff 116 S. 495. Compt. rend. t. 54 p. 1255. Annalen der Chemie 124 S. 205.

auflöst; in dieser Beziehung erinnert es an die Alkalimetalle. Nicht leuchtende Flammen färbt es lebhaft grün, und sollte es einst in größeren Quantitäten aufgefunden und dargestellt werden, so könnte man es in der Kunstfeuerwerkerei benutzen. Das Thalliumglas besitzt nach Lamy größere Härte, größeres Brechungs- und Zerstreuungsvermögen als das entsprechende Kaliglas, so daß es vielleicht als Ersatzmittel für Kali oder Bleioxyd zur Herstellung werthvoller optischer Gläser und künstlicher Edelsteine benutzt werden könnte. Das Thallium und seine Verbindungen sind sehr giftig, namentlich das schwefelsaure Salz; eine geringe Menge des letzteren veranlaßte schon die Tödtung von Thieren, in deren Eingeweiden man nachher das Thallium durch Spectralanalyse nachweisen konnte. Die Vergiftungserscheinungen haben Aehnlichkeit mit denen bei Bleivergiftungen. Außer in vielen Schwefelkiesen und Kupferkiesen hat man das Thallium im rohen Wismuth, in einigen Mineralquellen und auch in der Asche einiger Pflanzen entdeckt. Neuerdings hat Nordenskjöld in Schweden ein allerdings selten vorkommendes Mineral entdeckt, welches neben 45 Proc. Kupfer zugleich 17 Proc. Thallium enthält, und dasselbe zu Ehren des Entdeckers des Thalliums Crookesit genannt.

Das Indium[1]) wurde 1863 von F. Reich und Th. Richter in der Freiberger Zinkblende entdeckt, später auch in mehreren Hüttenprodukten des Unterharzes aufgefunden. Es gleicht in Betreff seiner Farbe dem Platin, ist viel weicher als Blei, färbt auf Papier stark ab, schmilzt bei 176° C und läßt sich auch verflüchtigen, wobei es der Flamme eine blaue Färbung ertheilt, die sich im Spectrum als schöne indigoblaue Linie bemerkbar macht und ihm auch den Namen verschafft hat. Sein spec. Gewicht ist 7,4, sein Aequivalent 37,8 (nach Anderen 35,9).

§. 10.

Absorptionsspectrum von Flüssigkeiten.

Die Untersuchungen von Kirchhoff und Bunsen hatten es nur mit solchen Körpern zu thun, welche, ohne sich zu zersetzen, bei erhöhter Temperatur flüchtig werden; hierdurch war der größte Theil der organischen Körper von der Spectralanalyse gänzlich ausgeschlossen, bis Stokes im Jahre 1864 eine Anzahl Beobachtungen veröffentlichte,[2]) welche diese Lücke ausfüllen. Er untersuchte nämlich die Spectra der Lösungen verschiedener Körper dadurch, daß er Licht durch ein mit der zu prüfenden Flüssigkeit gefülltes Glas gehen und dann auf ein Prisma fallen ließ. Wenn die Lösungen concentrirt sind, so pflegen einzelne Theile des Spectrums ganz dunkel zu sein, z. B. bei einer Lösung von übermangansaurem Kali der gelbe und der grüne. Bei hinlänglicher Verdünnung zerlegt sich jedoch dieser dunkele Theil in einzelne schwarze Streifen, welche ebenso scharf abgegrenzt erscheinen, wie die hellen Linien und Streifen im Flammenspectrum. Solcher Streifen zeigen sich bei einer Lösung von übermangansaurem Kali fünf, wodurch dasselbe sofort erkannt werden kann; ebenso haben sich bei ähnlichen Untersuchungen von Lösungen organischer Körper manche interessante Resultate ergeben. So z. B. zeigen zwei nahe verwandte, im Krapp enthaltene Farbstoffe, das Pur-

---

[1]) Poggendorff, **124** S. **637**. Journal für prakt. Chemie von Erdmann und Werther, **89** S. **441**. **90** S. **172** und **92** S. **480**.

[2]) Poggendorff Bd. **126** S. **619**.

purin und Purpurein drei deutliche Streifen derselben Art, aber im Purpurein gegen das rothe Ende des Spectrums hin verschoben, so daß, wenn man beide Spectra übereinander stellt, zwei Streifchen genau übereinander fallen, der dritte aber beim Purpurin rechts, beim Purpurein links davon steht. Aehnliche Erscheinungen zeigen die Lösungen von Alizarin, Chlorophyll, Chinin, Aesculin u. s. w.

Von besonderem Interesse ist die Spectraluntersuchung des Blutes und der Lösungen von Hämatoglobulin.[1]) Eine hinreichend verdünnte Lösung desselben zeigt im Spectrum zwei dunkele Streifen zwischen den Frauenhofer'schen Linien D und E. Wird die Lösung mit reducirenden Agentien behandelt, welche dem Blute den lose gebundenen Sauerstoff entziehen, so verschwinden die dunkelen Streifen und an der bisher hellen Stelle in ihrer Mitte tritt ein breiterer dunkler Streifen auf. Die Einwirkung von Säuren und Alkalien, welche das Hämatoglobulin in das sogenannte Hämatin überführen, verändern auch dessen Absorptionseigenschaften. Das so entstandene Hämatin zeigt, wenn es in saurer Lösung ist, einen dunkelen Streifen an der Grenze von Roth und Orange, in alkalischer Lösung deckt ein dunkler Streif fast die ganze Breite des Orange. Wird das Hämatin mit reducirenden Stoffen behandelt, so verschwinden die dunkelen Streifen im Roth und Orange, und es tritt dafür ein breites dunkles Band im Gelb und ein schmäleres im Grün auf. Man hat neuerdings diese Eigenschaften des Blutspectrums zur Diagnose geringer Mengen von Blut, z. B. von Blutflecken, angewandt. Ueberhaupt wird durch diese Untersuchungen der Lösungen organischer Körper der spectralanalytischen Methode ein neues und weit ausgedehntes Feld interessanter Forschungen eröffnet, und es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß sie in nicht ferner Zeit für die Wissenschaft, wie für die Technik und das Gewerbswesen von großer Wichtigkeit sein werden.

Es möge hier noch erwähnt werden, daß in dem verflossenen Jahre Edmund Becquerel[2]) ein Verfahren entdeckt hat, die Spectren von Lösungen mit Hülfe des electrischen Funkens herzustellen. Wenn er den einen Pol der Inductionsrolle in eine Flüssigkeit tauchte, über deren Oberfläche in einer Entfernung von einigen Millimetern ein feiner Platinadraht den anderen Pol bildete, so erhielt er lebhafte Inductionsfunken. Die flüchtigen Salzlösungen geben also das Material her, das bei der Temperatur des electrischen Funkens Licht aussendet. Die Spectralanalyse ist auf diese Weise leicht auszuführen, und bietet noch den Vortheil, daß im Inductionsfunken die Stoffe bei viel höherer Temperatur leuchten, als in der Gasflamme.

§. 11.

Das Spectrum unserer Beleuchtungsmaterialien.

Die Erfahrung, daß manche künstliche Beleuchtung z. B. Gaslicht viele Augen anstrengt und ihnen schadet, während Oellicht fast allen angenehm ist, ist durch die Spectraluntersuchungen von Heymann in Dresden in wissenschaftlicher Weise begründet worden.[3]) Er verglich das Spectrum der verschiedenen Beleuchtungsmaterialien mit dem der Sonne, und

---

[1]) Wundt, medicinische Physik S. 253. Chemische Zeitschrift 1865 S. 214.
[2]) Naturforscher, 1868 S. 86.
[3]) Berliner klinische Woschenschrift, 1869 No. 1.

fand einen sehr wichtigen Unterschied in der Vertheilung der einzelnen Farben in denselben. Theilt man das Sonnenspectrum seiner Länge nach in 360 gleiche Theile, so kommen hiervon auf Roth 45, Orange 27, Gelb 48, Grün 60, Blau 100 und Violett 80 Theile, also auf die hellsten und am meisten blendenden Farben Roth, Orange, Gelb, Grün die Hälfte und auf die nicht blendenden Blau und Violett ebenfalls die Hälfte. Von unseren Beleuchtungsstoffen liefert nun das Oel ein dem Sonnenlicht in Hinsicht der Farbenvertheilung am meisten ähnliches Spectrum, während bei den anderen Stoffen die blendenden und grellen Farben überwiegen. Die Quantität dieser blendenden Farben Orange, Gelb, Grün beträgt für Sonnenlicht 135 Grad, Oel 150, Photogen 195, Petroleum 195, Solaröl 210, Gas 210 Grad von 360. Von der grellsten Farbe, dem Grün, enthält das Spectrum des Sonnenlichts 60 Grad, Oel 100, Photogen 150, Petroleum 150, Solaröl 150, Gas 180. Wir sehen hieraus, daß Oel unter den künstlichen Beleuchtungen die gleichmäßigste Farbenvertheilung, Gas und Petroleum die vom Sonnenlichte am meisten abweichende Vertheilung zeigt. Wir besitzen im Leuchtgas und Petroleum zwar heller leuchtende Brennstoffe, aber schlechtere Lichtqualität, dagegen im Oel einen schwächeren Leuchtstoff, aber eine fast normale Lichtqualität. Die verschiedenen Augen besitzen nicht nur eine verschiedene Lichtempfindlichkeit überhaupt, sondern auch eine verschiedene Farbenempfindlichkeit, und auf diese Weise erklärt es sich, daß die Verträglichkeit für die eine oder die andere Beleuchtungsweise variirt. Durch blaue Cylinder oder blaue Brillen kann die Lichtmischung gebessert und das Blendende der künstlichen Leuchtstoffe durch Absorption abgeschwächt werden.

§. 12.

Das Spectrum der Bessemerflamme.

Ihre erste Anwendung in der Technik fand die Spectralanalyse bei der Darstellung des Stahls durch das Bessemerverfahren.[1]) Dieses Verfahren besteht darin, daß durch geschmolzenes Gußeisen Luft in kräftigen Strömen so lange hindurch gepreßt wird, bis die Hälfte von dem Kohlenstoffe des Gußeisens in Kohlenoxydgas verbrannt und als solches entwichen ist. Hierbei nun ist es von ganz besonderer Wichtigkeit, den richtigen Zeitpunkt zu erfahren, wenn das Entkohlen des Eisens einen solchen Grad erreicht hat, daß es einen guten Stahl liefert, also im Centner noch zwei bis zwei und ein halbes Pfund Kohle enthält. Zur Beurtheilung dieses Zeitpunktes kann man sich mit Vortheil des Spectrums der mit großer Heftigkeit aus dem Bessemerofen entweichenden brennenden Gase bedienen, da dieses Spectrum im Verlaufe des Entkohlungsprocesses charakteristische Veränderungen erleidet, welche einen Schluß darauf machen lassen, wie weit das Eisen entkohlt sei.

In England wurde schon seit 1863 auf Empfehlung des Professor Roscoe die Spectralanalyse beim Bessemerproceß in einigen Stahlwerken von Sheffield angewendet. Genaue Untersuchungen über die Bessemerflamme aber stellte im Jahre 1867 Professor Lielegg in Wien an und es ist ihm gelungen, in dem Spectrum derselben eine Reihe von Veränderungen zu entdecken, welche gleichen Schritt halten mit der Entkohlung der Eisenmasse. Wenn die Flamme, den einzelnen Stadien der Stahldarstellung entsprechend, verschiedene Stoffe verbrennt, so werden

[1]) Dinglers polytechnisches Journal, Bd. 159 S. 155. Abhandlungen der Wiener Akademie. 1867.

sich auch im Spectrum derselben verschiedene helle Linien folgen müssen. Lielegg hat nun ein genaues Verzeichniß aller im Spectrum der Bessemerflamme auftretenden Linien nach Lage und Farbe gegeben und gefunden, daß die Linien vom Verbrennen des Kohlenoxydes herrühren.

Zum Beginn des Processes zeigt sich ein schwaches Spectrum, in welchem der gelbe Theil nahezu gar nicht vorhanden, blau und violett nur schwach sichtbar sind, selbst die gelbe Natriumlinie, die man so häufig in jeder Flamme sieht, fehlt. Dies rührt daher, daß die Flamme jetzt noch nicht durch verbrennende Gase, sondern durch eine Masse glühender fester Theilchen gebildet wird, die im Verein mit reichlichen Funkengarben nur die äußere Erscheinung einer Flamme annimmt. Im weiteren Verlauf dieser Periode nimmt die Lichtstärke und Ausbreitung des Spectrums zu, und kurz nach dem ersteren stärkeren Auswurf der sich bildenden Schlackenmasse beginnt die gelbe Natriumlinie aufzublitzen, die dann bald deutlich bis zum Ende des ganzen Prozesses sichtbar bleibt. Durch diese Erscheinung ist der Beginn der Kochperiode bezeichnet, und es erscheinen bald auch die Kohlenoxydlinien im grünen und violetten Theile des Spectrums.

Mit dem Fortschreiten der Kochperiode wächst die Größe der Flamme und des Spectrums; in der nun folgenden Frischperiode besitzt die Flamme eine bedeutend erhöhte Temperatur und Leuchtkraft, die sich bis zum blendenden Weiß steigert, und dem entsprechend erreichen auch die hellen Linien ihre größte Intensität. Das Erscheinen einiger neuer Linien im violetten Theile giebt das Vorhandensein des Entkohlungsprocesses an. Im Stadium des intensivsten Frischens endlich treten vier blaue Linien auf, denen sich alsbald eine violette helle Linie anschließt. Diese Linien bleiben nur einige Minuten sichtbar und verschwinden dann, und zwar erlischt die einzelne Linie zuerst, dann die vier übrigen. Gleichzeitig verliert das ganze Spectrum seine bisherige Schärfe, die hellen Linien werden schwächer, sie verschwinden in ziemlich rascher Aufeinanderfolge, und der Entkohlungsproceß ist beendigt. Auf diese Weise läßt sich der Beginn, so wie das Ende des Entkohlungsprocesses genau bestimmen. Es scheint, als ob während der Frischperiode noch ein ganz besonderer Vorgang in der kochenden Masse stattfindet, der sich im Spectrum durch das Auftreten der vier blauen und der einen violetten Linie markirt. Worin dieser Vorgang beruht, müssen noch weitere Untersuchungen ergeben, praktisch aber haben diese Linien den bedeutenden Werth, daß ihr Auftreten und Verschwinden im Spectrum als Erkennungszeichen dafür benutzt werden kann, daß die Eisenmasse in Stahl verwandelt ist.

Watts in Glasgow, der gleichfalls viele Untersuchungen über das Spectrum der Bessemerflamme anstellte und dieselben maßgebenden Zeichen fand wie Lielegg, weicht doch in der Deutung der Erscheinungen einigermaßen von diesem ab. Nach ihm rührt der Hauptheil der Linien nicht vom Kohlenoxyd, sondern vom flüchtigen Kohlenstoff her; auch hat er drei feine helle Linien im Spectrum als Eisenlinien erkannt, und einen dunklen Streifen im rothen Theile als vom Wasserstoff herrührend, der nicht selbst leuchtet, sondern eine geringere Temperatur besitzt als die Flamme, und deshalb das von dieser ausgesandte Licht an der ihm entsprechenden Stelle absorbirt. Von Interesse ist auch die Beobachtung Secchi's in Rom, daß das Spectrum der Bessemerflamme Aehnlichkeit zeigt mit dem einiger gelben und rothen Fixsterne, insofern als nach vollständiger Entkohlung des Eisens eine Reihe feiner heller Linien erscheint, von denen eine im Spectrum des Sternes α Orionis und α Herculis als dunkle Linie erscheint; möglicher Weise ist dies eine Eisenlinie, da das Vorkommen von Eisen in der Atmosphäre der Fixsterne keine ungewöhnliche Erscheinung ist.

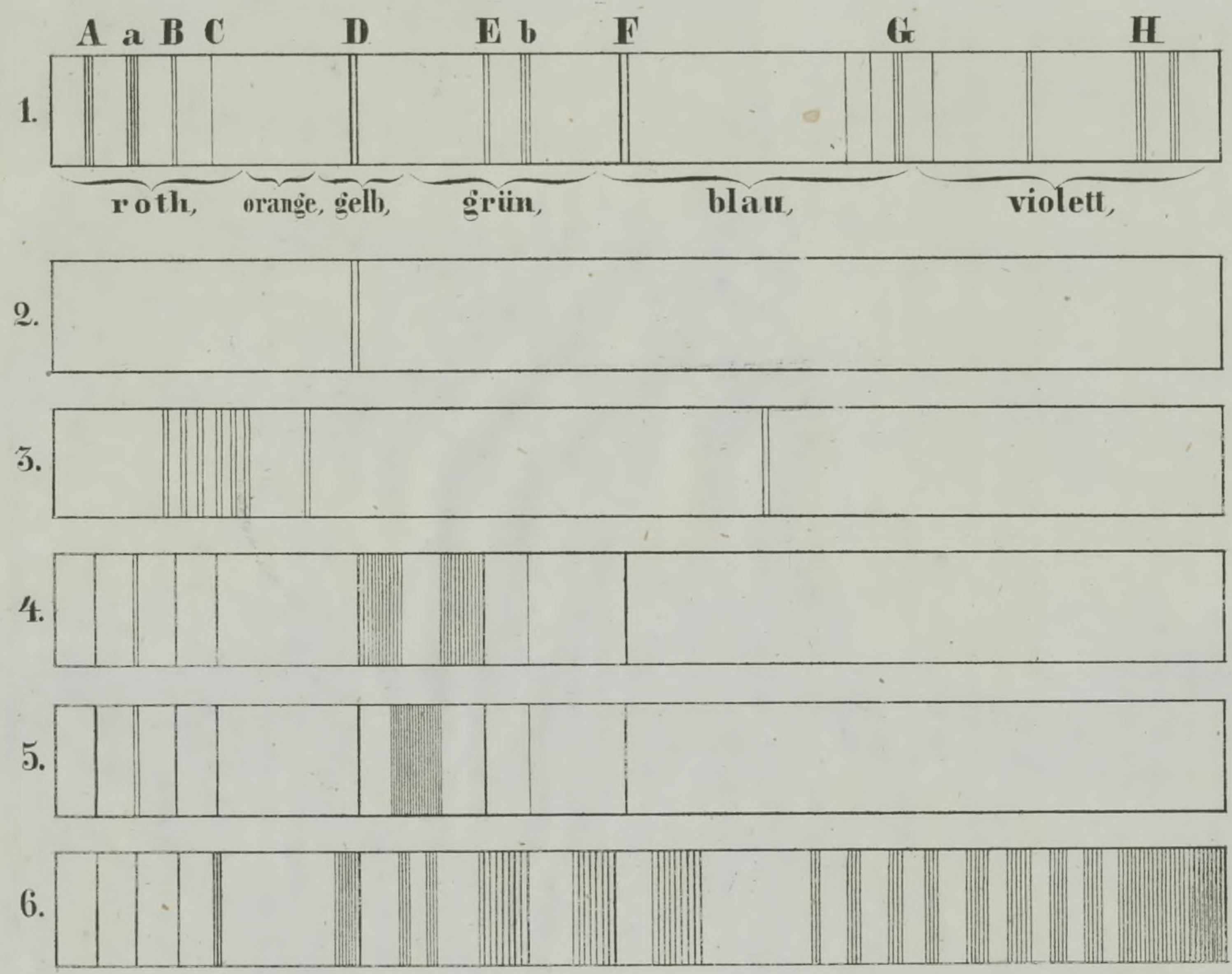
Die große Zahl von interessanten und fruchtbringenden wissenschaftlichen Resultaten, welche, wie im Vorhergehenden gezeigt worden, die Spectralanalyse in dem kurzen Zeitraume seit ihrer Entdeckung geliefert hat, berechtigt zu der Hoffnung, daß die eben erwähnte technische Verwerthung derselben nicht die einzige bleiben, sondern in nicht ferner Zeit eine Reihe von neuen Anwendungen auch auf anderen Gebieten der Technik in ihrem Gefolge haben wird.

In der beigefügten Tafel stellt Figur 1 die Lage der hauptsächlichsten dunklen Linien im Sonnenspectrum dar.

Figur 2 ist das Spectrum des Natrium, Figur 3 das des Strontium; in beiden erscheinen die angegebenen Linien hell auf dunklem Grunde.

Figur 4 ist das Spectrum des Sonnenlichts nach dem Durchgange durch eine sehr verdünnte Lösung von Blutfarbstoff, Figur 5 dasselbe nach Abtrennung des lose gebundenen Sauerstoffs vom Blutfarbstoff.

Figur 6 ist das Spectrum des Fixsterns α Orionis.


A a B C
D
E b
F
G
H
1.
roth, orange, gelb, grün, blau, violett,
2.
3.
4.
5.
6.

Schul-Nachrichten
von Ostern 1868 bis Ostern 1869.

A. Lehr-Verfassung.

I. Vorschule.

Dritte Klasse.

Ordinarius: Lehrer **Weigmann.**

Religion. Biblische Geschichten aus dem alten und neuen Testamente. Die zehn Gebote, einzelne Liederverse und Bibelsprüche wurden auswendig gelernt. 3 Std. w. Weigmann.

Deutsch. Lesen in der Berliner Fibel. Ausgabe B von K. Bormann. Einzelne Lesestücke wurden besprochen und kleine Gedichte gelernt. Täglich eine Abschrift; seit Neujahr wöchentlich zwei Dictate. 8 St. w. Weigmann.

Rechnen. Die vier Grundrechnungsarten im Zahlenraum von 1 — 100. 6 St. wöchentlich. Weigmann.

Schreiben. Einübung der deutschen Schrift nach Leßhafft. 5 St. w. Weigmann.

Geographie. Entwickelung allgemeiner geographischer Begriffe im Anschluß an die Heimathskunde. 2 St. w. Weigmann.

Gesang. Einübung der Tonleiter und einstimmiger Lieder nach dem Gehör. 2 St. wöchentl. Weigmann.

Zweite Klasse.

Ordinarius: Lehrer **Rohnke.**

Religion. Biblische Erzählungen aus dem alten und neuen Testament. Die zehn Gebote und das apostolische Glaubensbekenntniß. Lernen von Bibelsprüchen und Liedern. 3 St. wöchentl. Rohnke.

Deutsch. Lesen im vaterländischen Lesebuche von Gittermann. Memoriren kleiner Gedichte aus demselben. Kenntniß des Haupt-, Eigenschafts- und Zeitworts. Täglich eine Abschrift, wöchentlich zwei Dictate. 8 St. w. Rohnke.

Rechnen. Die vier Grundrechnungsarten mit besonderer Berücksichtigung des Kopfrechnens. 6 St. w. Rohnke.

Geographie. Erklärung und Veranschaulichung leichter geographischer Begriffe, Kenntniß des Globus. 2 St. w. Rohnke.

Schreiben. Uebung der deutschen und lateinischen Schrift mit Benutzung der Leßhafft'schen Hefte. 5 St. w. Rohnke.

Gesang. Einüben einstimmiger Volkslieder nach dem Gehör. Kenntniß der Noten. Leichte Uebungen in der Tonart C-dur. 2 St. w. Rohnke.

Erste Klasse.

Ordinarius: Lehrer **Pfefferkorn.**

Religion. Biblische Geschichten aus dem alten und neuen Testamente. Die ersten drei Hauptstücke. Lernen von Sprüchen und Liederversen. 3 St. w. Pfefferkorn.

Deutsch. Lesen im Theil II. des vaterländischen Lesebuchs von Gittermann und Wiedererzählen des Gelesenen. Memoriren von Gedichten und Uebungen im Declamiren derselben. Kenntniß des Haupt-, Für-, Zahl-, Zeit-, Eigenschafts- und Verhältnißwortes. Uebungen im Decliniren und Conjugiren. Die Bestandtheile des einfachen Satzes. Wöchentlich ein Dictat, täglich eine Abschrift. 8 St. w. Pfefferkorn.

Rechnen. Die vier Species mit benannten Zahlen. Das Resolviren und Reduciren. Die Verbindungen der Addition und Subtraction, so wie der Multiplication und Division mit steter Berücksichtigung des Kopfrechnens. 6 St. w. Pfefferkorn.

Geographie. Gestalt und Bewegung der Erde. Die Gradeintheilung. Die Zonen. Uebersicht über Länder und Meere. Verständniß der Karte an der Karte von Europa. 3 St. wöchentl. Pfefferkorn.

Schreiben. Einüben, besonders der lateinischen Schrift nach Leßhafft. Uebungen im Tactschreiben. 4 St. w. Pfefferkorn.

Gesang. Einüben einstimmiger Lieder nach dem Gehör. Kenntniß des Notensystems und der Tonleiter C-dur. Treffübungen in derselben. 2 St. w. Pfefferkorn.

II. Real-Schule.

Sexta.

Ordinarius: Coet. a. Realschullehrer **Bundschu,** Coet. b. Realschullehrer Dr. **Eichner.**

Religion. Biblische Geschichte des alten Testaments. Das erste Hauptstück. Auswendiglernen von Sprüchen und Liedern. 3 St. w. Coet. a. Bundschu, Coet. b. Hertel.

Rechnen. Wiederholung der vier Species mit benannten Zahlen, mit besonderer Rücksicht auf das Zerlegen der Zahlen. Die Bruchrechnungen. Vorübungen für die Regeldetri. 5 St. w. Coet. a. Bundschu, Coet. b. Hertel.

Geographie. Allgemeine Uebersicht der Land- und Wasservertheilung auf der Erde, nach Voigt's Leitfaden. 3 St. w. Coet a. Hertel, Coet. b. Dr. Eichner.

Deutsch. Rede- und Satztheile. Einiges aus der Wortbildung. Dictate. Lesen und Wiedererzählen des Gelesenen. Anfertigung kleiner Aufsätze. Declamations-Uebungen. 5 St. w. Coet. a. Bundschu Coet. b. Dr. Eichner.

Lateinisch. Die fünf Declinationen, die Adjectiva, Pronomina, Numeralia, die vier regelmäßigen Conjugationen nach F. Schultz kl. lat. Sprachlehre 51—94. Mündliche und schriftliche Uebersetzungen aus F. Schulz Uebungsbuch, §. 1—67. Exercitien und Extemporalien. 8 St. w. Coet. a. Dr. Droysen, Coet. b. Dr. Eichner.

Schreiben. Die deutsche und lateinische Schrift in geordneter Folge nach Vorschriften an der Wandtafel und mit Benutzung der Leßhafft'schen Hefte. 3. St. w. Coet a. und b. Hertel.

Gesang. Kenntniß der Noten. Treffübungen. Ein- und zweistimmige Lieder. 2 St. w., Coet. a. und b. combinirt, im Sommer Hertel, im Winter Bundschu.

Quinta.

Ordinarius: Coet. a. Realschullehrer **Schmidt,** Coet. b. Realschullehrer **Pelzer.**

Religion. Biblische Geschichte des neuen Testaments, das erste und zweite Hauptstück. Bibelsprüche und Kirchenlieder. 3 St. w. Coet. a. Schmidt, Coet. b. Hertel.

Rechnen. Wiederholung der Bruchrechnungen und Anwendung derselben auf die Regeldetri und die damit zusammenhängenden Rechnungsarten. Die Decimalbrüche. 4 St. w. Coet a. Bundschu, Coet. b. Pelzer.

Geographie. Wiederholung des Peusums der Sexta und II. Cursus von Voigt's Leitfaden. 4 St. w. Coet. a. Dr. Trendelenburg, Coet. b. Dr. Eichner.

Naturgeschichte. Die Wirbelthiere nach Schilling. 2 St. w. Coet. a. Bundschu, Coet. b. Pelzer.

Deutsch. Der einfache und erweiterte Satz. Die Redetheile mit Ausschluß der Conjunctionen. Dictate und Aufsätze. 1 St. w. Coet. a. Schmidt, Coet. b. Pelzer.

Lateinisch. Das Deponens, die periphrastische Conjugation, die unregelmäßigen Verba. Adverbia, Präpositionen, (F. Schulz, kl. lat. Sprachlehre §. 95—164). Mündliche und schriftliche Uebersetzungen aus F. Schulz Uebungsbuch, §. 68—110. Exercitien und Extemporalien. 6 St. w. Coet. a. Schmidt, Coet. b. Pelzer.

Französisch. Grammatik nach Plötz Elementarbuch, Lection 1—60. Einübung von avoir und être. Exercitien und Extemporalien. 5 St. w. Coet. a. Böhck, Coet. b. Dr. Eichner.

Zeichnen. Uebung der geraden und krummen Linien an einfachen symmetrischen Figuren, welche vor den Schülern an der Wandtafel entworfen und besprochen wurden. 2 St. w. Coet. a. und b. Wolff.

Schreiben. Deutsche und lateinische Schrift in Sätzen nach den Leßhafftschen Heften. Uebungen im Tactschreiben. 2 St. w. Coet. a. und b. Hertel.

Gesang. Einüben von ein-, zwei- und dreistimmigen Liedern. Kenntniß der Intervalle, Tactarten und Vorzeichnungen. Treff-Uebungen in den gebräuchlichsten Dur-Tonarten. 2 St. w. Coet. a. und b. combinirt, im Sommer Bundschu, im Winter Hertel.

Quarta.

Ordinarius: Coet. a. Realschullehrer Dr. **Kleinert,** Coet. b. Realschullehrer **Böhck.**

Religion. Erklärung des dritten, Wiederholung des ersten und zweiten Hauptstückes. Die Apostelgeschichte, Kirchenlieder und Bibelsprüche. 2 St. w. Coet. a. Schmidt, Coet. b. Böhck.

Mathematik. a) Arithmetik. Wiederholung der Decimalbrüche. Die Proportionen in ihrer Anwendung auf die Regeldetri, Zins-, Rabatt- und Gesellschafts-Rechnung. 2 St. w. Coet. a. Dr. Kleinert, Coet. b. Böhck.

b) Geometrie. Nach Kambly's Leitfaden die Planimetrie bis zur Kreislehre. §. 1—82; dazu §. 111—117. Schriftliche Ausarbeitungen von Sätzen und Aufgaben. 4 St. w. Coet. a. Dr. Kleinert, Coet. b. Böhck.

Die Spectralanalyse.

Die Sonnenfinsterniß des 18. August vorigen Jahres, welche das allgemeine Interesse so sehr in Anspruch nahm, erregte vielfach auch bei Laien in den Naturwissenschaften den Wunsch, sich eine Kenntniß von der Spectralanalyse, dieser wichtigsten physikalischen Entdeckung des letzten Jahrzehnts, zu verschaffen, da in allen vor und nach der Finsterniß veröffentlichten Berichten auf die Untersuchungen mittelst des Spectroskopes Bezug genommen wurde. Wenn nun gleich die Forschungen der Wissenschaft in unserer Zeit schneller ein Gemeingut aller Gebildeten zu werden pflegen, als dies früher der Fall war, so sucht man dennoch in den am meisten verbreiteten Handbüchern der Physik vergeblich eine eingehendere Darstellung der Grundzüge und bisherigen Resultate dieser Entdeckung; dieselben sind meist nur mit wenigen Worten berührt oder ganz übergangen, was wohl darin seinen Grund haben mag, daß manche der hierher gehörenden Untersuchungen noch nicht zu einem bestimmten Abschlusse gediehen sind. Dieser Umstand veranlaßte den Verfasser, an dieser Stelle eine kurze Geschichte der Spectralanalyse und eine Darstellung der bisher durch dieselbe erhaltenen Resultate zu versuchen. Dem Physiker wird im Folgenden nichts Neues geboten, jedoch dürfte auch ihm eine Zusammenstellung des in den Fachzeitschriften der letzten zehn Jahre zerstreuten Materials vielleicht nicht unlieb sein.

§. 1.

Entdeckung der Spectralanalyse.

Durch den von Newton im Jahre 1666 zuerst angestellten Fundamentalversuch über die Farbenzerstreuung ist nachgewiesen, daß das weiße Sonnenlicht aus unendlich vielen verschiedenfarbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt ist. Ein durch eine feine Oeffnung in ein verdunkeltes Zimmer eintretender, auf ein dreiseitiges Glasprisma fallender Lichtstrahl erzeugt auf einem hinter dem Prisma aufgestellten weißen Schirme ein längliches Bild oder Spectrum, in welchem man eine glänzende Reihe verschiedener Farben, von Roth durch Orange, Gelb, Grün und Blau in's Violette übergehend, erblickt. Dasselbe verdankt seine Entstehung dem Umstande, daß die Lichtstrahlen beim Uebergange aus einem durchsichtigen Körper in einen andern, z. B. aus Luft in Glas, von ihrer Richtung abgelenkt oder gebrochen werden, indessen nicht alle in gleichem Maße, sondern die rothen Strahlen am wenigsten, die violetten am meisten, so daß die vorher in dem weißen Lichtstrahle vereinigten farbigen Strahlen nach dem Durchgange durch das Prisma an verschiedenen Stellen des Spectrums erscheinen müssen.

Naturgeschichte. Im Sommer: Beschreibung und Einordnung von häufig vorkommenden Pflanzen nach dem Linné'schen System. Im Winter: die wirbellosen Thiere nach Schilling. 2 St. w. Coet a. und b. Schmidt.

Geschichte. Griechische Geschichte bis zum Tode Alexander des Großen. Römische Geschichte bis Titus. 2 St. w. Coet. a. Dr. Droysen, Coet. b. Dr. Trendelenburg.

Geographie. Politische Geographie der außereuropäischen Länder nebst Wiederholung der physischen nach Voigt's Leitfaden. 2 St. w. Coet. a. Dr. Droysen, Coet b. Dr. Trendelenburg.

Deutsch. Erläuterung des verbundenen und gefügten Satzes, sowie der Hauptregeln der Interpunction. Uebungen im Lesen (im Anschlusse an das Lesebuch von Gude und Gittermann, obere Stufe) und im Angeben des Inhalts gelesener Stücke. Memoriren von Gedichten. Aufsätze. 3. St. w. Coet. a. Dr. Droysen, Coet. b. Böhck.

Lateinisch. Grammatik nach der kleinen Sprachlehre von F. Schulz. Wiederholung des Pensums von Sexta und Quinta mit Erweiterungen. Die unregelmäßigen verba composita; Adverbien und Conjunctionen; Participial-Constructionen, accusativus cum infinitivo, ablativus absolutus; Construction der Städtenamen; Extemporalien und Exercitien; mündliches und schriftliches Uebersetzen aus den entsprechenden Paragraphen des Uebungsbuches von Schulz. 6 St. w. Coet. a. Dr. Droysen, Coet. b. Böhck.

Französisch. Wiederholung des Pensums von Quinta nach Plötz's Elementar-Grammatik. Lection 61—112 theils mündlich, theils schriftlich übersetzt; Einübung des grammatischen Pensums. Exercitien und Extemporalien. 5 St. w. Coet. a. Dr. Kleinert, Coet. b. Dr. Trendelenburg.

Zeichnen. Weitere Uebung der geraden und krummen Linien an passenden Vorlegeblättern. Copiren leichter Köpfe, Theile des menschlichen Körpers, Ornamente, Arabesken und Landschaften mit besonderer Berücksichtigung der Contour. 2 St. w. Wolff.

Gesang. Kenntniß der gebräuchlichen Tonarten, Treffübungen und Einübung zwei- und dreistimmiger Lieder. 1 St. w. Coet. a. und b. combinirt. Bundschu.

Untertertia.

Ordinarius: Coet. a. Realschullehrer Dr. **Böning,** Coet. b. Realschullehrer Dr. **Dubislav.**

Religion. Biblische Geschichten des alten nnd neuen Testaments. Wiederholung des lutherischen Katechismus. Erklärung der Sonntags-Evangelien. Lernen von Kirchenliedern. 2 St w. Coet. a. und b. Dr. Dubislav.

Mathematik. a) Arithmetik. Die vier ersten Operationen der Buchstabenrechnung. Ausziehen der Quadrat- und Kubikwurzel. Gleichungen des ersten Grades. 3 St. w. Coet. a. Pelzer, Coet. b. Dr. Dubislav.

b) Geometrie. Kreislehre. Vergleichung, Theilung und Ausmessung geradliniger Figuren. Lösung von Aufgaben. Repetition des Cursus von Quarta. 3 St. w. Coet. a. Pelzer, Coet. b. Dr. Dubislav.

Naturgeschichte. Im Sommer: Botanik. Beschreibung von häufiger vorkommenden Pflanzen und Einordnung derselben in die natürlichen Familien. Wiederholung des Linné'schen Systems. — Im Winter: Uebersicht des Thierreichs nach Schilling's Grundriß. 2 St. w. Coet. a. u. b. Schmidt.

Geschichte. Wiederholung der griechischen und römischen Geschichte, Geschichte der Völkerwanderung und des Mittelalters mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Kaiser. 2 St. w. Coet. a. Dr. Trendelenburg, Coet. b. Hetzel.

Geographie. Deutschland in physischer und politischer Beziehung; Preußen außerdem auch in Bezug auf Producte, Gewerbe, Anstalten für Bildung und Vertheidigung. 2 St. w. Coet. a. u. b. Dr. Dubislav.

Deutsch. Der zusammengesetzte Satz. Lectüre aus dem vaterländischen Lesebuche von Gude

und Gittermann, obere Stufe. Vorträge und Aufsätze. 3 St. w. Coet. a. Dr. Trendelenburg, Coet. b. Dr. Dubislav.

Lateinisch. Congruenz- und Casus-Lehre nach der Grammatik und dem Uebungsbuche von F. Schulz. Lectüre aus Nepos und Phaedrus. Exercitien und Extemporalien. 5 St. w. Coet. a. Dr. Trendelenburg, Coet. b. Dr. Dubislav.

Französisch. Grammatik nach Plötz II.; Lectüre 1—23 incl. Wiederholung der Elementar-Grammatik. Exercitien und Extemporalien. Lectüre aus Rollin: Hommes illustres. 4 St. w. Coet. a. Dr. Boening, Coet. b. Oberlehrer Hetzel.

Englisch. Grammatik nach Schmitz' Elementar-Grammatik. Lesestücke aus dem Anhange. 3 St. w. Coet. a. Dr. Boening, Coet. b. der Director.

Zeichnen. Weitere Uebung im Copiren leichter Köpfe, Ornamente, Arabesken und Landschaften mit besonderer Berücksichtigung des Schattens. 2 St. w. Wolff.

Obertertia.

Ordinarius: Coet. a. Oberlehrer **Hetzel**, Coet. b. Oberlehrer Dr. **Schultz**.

Religion. Bibelkunde. Memoriren von Kirchenliedern. Erklärung der Psalmen. 2 St. w. Coet. a. und b. comb. Dr. Weigand.

Mathematik. a) Arithmetik. Repetition der Buchstabenrechnung und der Ausziehung der Quadrat- und Kubikwurzeln. Gleichungen des ersten und zweiten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Arithmetische und geometrische Reihen. 3 St. wöchentl. Coet. a. Dr. Stürmer, Coet. b. Dr. Schultz.

b) Geometrie. Repetition. Proportionalität und Aehnlichkeit der Figuren. Berechnung der regulären Polygone und des Kreises nach Kambly's Lehrbuch. Aufgaben. 3 St. w. Coet. a. Dr. Stürmer, Coet. b. Dr. Schultz.

Naturgeschichte. Im Sommer: Uebersicht des Pflanzenreiches. Im Winter wurde an die Betrachtung einzelner bekannter Mineralien die Darlegung der allgemeinen Eigenschaften der Körper geknüpft mit Rücksicht auf die Einwirkungen der Atmosphärilien und der Temperatur. 2. St. w. Coet. a. und b. Dr. Kleinert.

Geschichte. Deutsche und brandenburg-preußische Geschichte. 2 St. w. Coet. a. Hetzel, Coet. b. Dr. Schultz.

Geographie. Europa, specieller Deutschland nach Voigt's Leitfaden. 2 St. wöchentl. Coet. a. Hetzel, Coet. b. Dr. Schultz.

Deutsch. Das Verbum und Nomen im einfachen und einfach erweiterten Satz. Aufsätze und Declamationsübungen. 3 St. w. Coet. a. Hetzel, Coet. b. Dr. Schultz.

Lateinisch. Repetition der Formenlehre. Syntax nach F. Schulz's Grammatik. Caesar de bello gallico lib. I. Exercitien und Extemporalien. 5 St. wöchentl. Coet. a. Hetzel, Coet. b. Dr. Schultz.

Französisch. Grammatik nach Plötz II., Lection 1—50. Exercitien und Extemporalien. Lectüre aus Herrig's La france litteraire: V. Hugo, Lamartine, Xavier de Maistre, de Vigny, Béranger. 4 St. w. Coet. a. und b. Dr. Boening.

Englisch. Grammatik nach Schmitz bis zur Satzlehre. Exercitien und Extemporalien. Lectüre aus Herrig's Classical Authors: Defoe, Charles Lamb, Byron, Moore. 4 St. wöchentl. Coet. a. und b. Dr. Boening.

Zeichnen. a) Im praktischen Zeichnen: Anfänge des Plan- und Bauzeichnens. Copiren schwererer Landschaften, Köpfe, Arabesken und Ornamente mit Estampe, Feder, Tusche und mit Anwendung von zwei Kreiden. Im Winter daneben: b) Im theoretischen Zeichnen: Die Projectionslehre und die Anfänge der Perspective. 2 St. w. Wolff.

Gesang. Vide Prima.

Secunda.

Ordinarius: Oberlehrer Dr. **Weigand.**

Religion. Combinirt mit Prima.

Mathematik. Stereometrie nach Kambly. Algebraische Geometrie, Construction der Formeln, geometrische Oerter. Aufgaben. 4 St. Repetition der Algebra. 1 St. w. Dr. Stürmer.

Physik, experimentale. Die mechanischen Erscheinungen der festen, flüssigen und luftförmigen Körper und Wärmelehre, nach Koppe. 2 St. w. Dr. Stürmer.

Chemie. Die Metalloide und ihre wichtigsten Verbindungen unter einander; die Leichtmetalle nebst ihren Verbindungen mit Sauerstoff, Chlor, Schwefel. Das Wichtigste von den Schwermetallen nach Schreiber. 2 St. w. Dr. Kleinert.

Naturgeschichte. Mineralogie. Die wichtigsten Krystallformen; die Salze, Brenze, Steine und metallischen Mineralien nach Schilling. 2 St. w. Dr. Kleinert.

Geschichte. Griechische und römische Geschichte. 3 St. w. Dr. Schultz.

Deutsch. Poetik mit besonderer Berücksichtigung der dramatischen Poesie. Das Leben Schiller's und Göthe's. Lectüre von Schiller's Tell und Göthe's Tasso. Satzlehre. Metrik. Aufsätze. 3 St. w. Dr. Weigand.

Lateinisch. Gelesen wurde Livius, lib. XXII., 44—61. Außerdem aus Ovid, Met. I., 1—433; VIII. 618—724. Wiederholung der Grammatik an Exercitien und Extemporalien. 4 St. w. Der Director.

Französisch. Schullectüre: Molière, l'Avare; Thiers aus Herrig's la France littéraire. Privatlectüre, in französischer Sprache besprochen: Michaud, Histoire de la première croisade (Göbel's Bibl. Band III.). Plötz, II. Cursus vom Pronomen bis zu Ende und Repetition des Vorangehenden. Exercitien. Extemporalien. 4 St. w. Dr. Weigand.

Englisch. Schullectüre: Marryat, the three cutters; Byron. Privatlectüre in englischer Sprache controlirt: Redcliffe, Scott, Defoc, Swift, Fielding. Beides aus Herrig's Classical Authors. Schmitz', Grammatik von S. 259 bis Ende. Repetition der Syntax in englischer Sprache. Exercitien. Extemporalien. 3 St. w. Dr. Weigand.

Zeichnen. a) Praktisches Zeichnen wie in Ober-Tertia.

Daneben im Winter: b) im theoretischen Zeichnen: Fortsetzung der Perspective. 2 St. w. Wolff.

Gesang. Vide Prima.

Prima.

Ordinarius: Der Director.

Religion. Im Sommer: Geschichte der christlichen Kirche nach der Reformation. Im Winter: Christliche Glaubenslehre, angeknüpft an die Lectüre des Römerbriefes. 2 St. w. Serno.

Mathematik. Repetition der Stereometrie; sphärische Trigonometrie. Koordinaten in der Ebene und im Raume; Gleichungen der geraden Linie, des Kreises, der Ebene und der Kugel. Kegelschnitte, synthetisch und analytische Aufgaben. 5 St. w. Dr. Stürmer.

Physik, mathematische. Mechanik und Wärmelehre nach Koppe's Lehrbuch. 3 St. wöchentl. Dr. Stürmer.

Chemie. Im Sommer: Die Reactionen der verschiedenen Metallsalze Behufs der Anstellung analytischer Versuche. Im Winter: Die Metallsalze hinsichtlich ihrer technischen Verwendung. 2 St. w. Dr. Kleinert.

Naturgeschichte. Physikalische Geographie. 1 St. w. Dr. Kleinert.

Geschichte. Neuere Geschichte. Repetition der alten und mittleren Geschichte. Geographische Repetition. 3 St. w. Hetzel.

Deutsch. Das Wichtigste aus der Geschichte der deutschen Sprache mit besonderer Rücksicht auf das Mittelhochdeutsche. Gelesen wurden mehrere Abschnitte aus dem Nibelungenliede. Correctur der Aufsätze. 3 St. w. Der Director.

Lateinisch. Gelesen wurde: Cicero's Rede für den Archias; Tacitus Germania; eine Auswahl aus den Briefen des jüngeren Plinius; ausgewählte Oden von Horaz. — Repetition einzelner Theile der Grammatik. 3 St. w. Der Director.

Französisch. Schullectüre: Buffon, Rousseau, Lamennais aus Herrig's la France littéraire. Privatlectüre, in französischer Sprache controlirt: Tableaux historiques; Cuvier Éloges (Göbels Bibliothek, Band 25 und 18). Synonymen, Homonymen, Paronymen. Theils mündliche, theils schriftliche Uebersetzung von ca. 60 Seiten des Bulwer'schen Eugene Aram in's Französische. Aufsätze. 4 St. w. Dr. Weigand.

Englisch. Schullectüre: Shakespeare, Romeo and Juliet; Burke aus Herrig's Classical Authors. — Privatlectüre in englischer Sprache besprochen: Schütz, Historical Series I., 3 p. 1—152. — Theils mündliche, theils schriftliche Uebersetzung von Bruchstücken aus Scribe's Verre d'eau, Goethe's Götz, Voltaire's Charles XII. in's Englische. Wiederholung der Schmitz'schen Grammatik. Synonymen, Homonymen, Paronymen. Aufsätze. 3 St. w. Dr. Weigand.

Zeichnen. a) Im praktischen Zeichnen: Zeichnen nach Gypsmodellen. Praktische Anwendung der perspectivischen Regeln durch Aufnahme geeigneter Baulichkeiten der Stadt.

b) Im theoretischen Zeichnen: Repetition der Perspective. Geometrisches Zeichnen, namentlich Lösung solcher Aufgaben aus der zeichnenden Geometrie, welche bei den verschiedenen Bauhandwerkern am häufigsten zur Anwendung kommen. Fortsetzung der geometrischen Projection. Die Schattenconstruction. 3 St. w. Wolff.

Gesang. Die Schüler der oberen Klassen waren mit den geübteren der unteren zur ersten Gesangklasse vereinigt. Eingeübt wurden einstimmige Lieder, Motetten ꝛc. 2 St. w. Bundschu.

Katholischer Religions-Unterricht.

a) Vorschule.

Klasse I. II. und III. combinirt.

Einübung der allgemeinen Katechismus-Tabelle; die Lehre von Gott, der Schöpfung, dem Erlöser und der Kirche nach Deharbe's Katechismus No. 3. Biblische Erzählungen aus dem alten Testament nach Schuster, von §. 1 bis §. 63. 2 St. w. Lic. Jaskólski.

b) Realschule.

Dritte Abtheilung: Sexta und Quinta combinirt.

Die Lehre von den Geboten nach Deharbe's Katechismus No. 1. Biblische Geschichte des neuen Testaments nach Schuster. 2 St. w. Lic. Jaskólski.

Zweite Abtheilung: Quarta und Unter-Tertia.

Die Lehre vom Glauben und dem apostolischen Glaubensbekenntnisse nach Deharbe's Katechismus No. 1. Wiederholung der biblischen Geschichte des neuen Testaments. 2 St. wöchentl. Lic. Jaskólski.

Dritte Abtheilung: Ober-Tertia und Secunda combinirt.

Aus der Glaubenslehre: Die christlich-katholische Lehre von der Schöpfung, der Sünde, der Erlösung und von der Person des Erlösers. — Aus der Kirchengeschichte: Die Periode der dogmatisirenden Kirche und des ersten Zeitalters und das zweite Zeitalter. Beides nach dem Lehrbuch der katholischen Religion von Martin. 2 St. w. Lic. Jaskólski.

Unterricht im Polnischen.

Abtheilung III.

Lesen und Uebersetzen aus J. Wolinski's Elementarbuch. Auswendiglernen von Vocabeln; kleine Dictate. Uebungen in der Orthographie. 2 St. w. Betkowski.

Abtheilung II.

Genusendung des Substantivs und Adjectivs. Die Declinationen, Zahlwörter, Fürwörter, Conjugation der Hülfszeitwörter und der regelmäßigen Zeitwörter. Uebersetzungen aus Wolinski's Elementarbuch. Exercitien. 2 St. w. Betkowski.

Abtheilung I.

Sämmtliche Redetheile und die Conjugationen sämmtlicher Verba. Mündliches Wiedererzählen in polnischer Sprache des in dieser Sprache Gelesenen aus Poplinski's wipisy. Leichte freie Ausarbeitungen. 2 St. w. Betkowski.

Turn-Unterricht.

Der Turn-Unterricht wurde im Sommer in 6 Abtheilungen von den Herren Oberlehrer Hetzel und Dr. Kleinert ertheilt; im Winter übte eine Auswahl der besten Turner unter Leitung des Oberlehrer Hetzel.

Themata der Aufsätze in den drei oberen Klassen von Ostern 1868 bis Ostern 1869.

Ober-Tertia Coet. b.

1. Der Beginn des neuen Schuljahres. 2. Orgetorix und die Helvetier nach Caesar. 3. Roland's Charakter nach Uhland. 4. Apollo von Agamemnon erzürnt und versöhnt nach Homer. 5. Ceres und Proserpina im Anschluß an Schiller. 6. Das Wagenrennen zu Ehren des Patroklos nach Homer. 7. Ibycus ermordet und gerächt nach Schiller. 8. Odysseus von Ogygia nach Scheria nach Homer. 9. Caesars Sieg bei Bibracte nach Caesar. 10. Odysseus tödtet die Freier nach Homer. 11. Caesars Rede im Kriegsrath bei Vesontio nach Caesar. 12. Die Vergewaltigung der Schweizer nach Schiller.

Ober-Tertia Coet. a.

1. Der Hund als Hausthier. 2. Blinder Eifer schadet nur. 3. Mein Lebenslauf (Klassenarbeit). 4. Inhaltsangabe von Schiller's Jungfrau von Orleans. 5. Die Wahrzeichen der Götter in der Odyssee. 6. Odysseus der Erfindungsreiche. 7. Der Verschwender und der Geizige. 8. Das Lob des Winters. 9. Der helvetische Krieg nach Cäsar. 10. Hektor, der Hort der Trojaner (Klassenarbeit). 11. Die Freundschaft des Achilleus und Patroklos. 12. Der Krieg mit Ariovistus nach Cäsar.

Secunda.

1. Warum sind wir dem Alter Achtung schuldig? 2. Wiege und Sarg. 3. Das Recht des Menschen über die Thiere. 4. Unterschied der Synonyma: Erklären, erläutern, auslegen, deuten,

deuteln, übersetzen, übertragen, dollmetschen. 5. Die Kunst zu schweigen. 6. Bericht über die Privatlectüre. 7. Der erste Akt des Wilhelm Tell, die Exposition des Stückes. 8. Die drei Handlungen in Schiller's Wilhelm Tell und ihre Verknüpfung. 9. Metrische Uebersetzung von Akt II. Scene 9 aus Corneille's Cid. 10. Metrische Uebersetzung eines Bruchstücks aus Longfellow's Evangeline. 11. Der Charakter des Tasso in Göthe's gleichnamigem Schauspiel. 12. Vertere Graeca in Latinum veteres nostri oratores optimum judicabant [Quintilian] (Klassenaufsatz).

Prima.

Deutsche Themata.

1. Charakteristik Hagen's aus dem Nibelungenlied. 2. Warum ist es schwer, über die Handlungen der Menschen richtig zu urtheilen? 3. Wie ersetzt die Deutsche Sprache den lateinischen Ablativ? 4. Leicht bei einander wohnen die Gedanken, doch hart im Raume stoßen sich die Sachen (Schiller). 5. Selbstbeherrschung, Verstellung, Heuchelei. 6. Das Große und das Kleine. 7. Charakterschilderung des jüngeren Plinius nach einer Auswahl aus seinen Briefen. 8. Der geschäftige Müßiggang. (Phaedr. fab. II., 5). 9. Ueber das Nil admirari der Alten. (Cic. Tusc. III., 14). 10. Immer strebe zum Ganzen, und kannst du selber kein Ganzes werden, als dienendes Glied schließ an ein Ganzes dich an. (Schiller). 11. Das Mittelmeer in seiner welthistorischen Bedeutung. 12. Was hat der Genuß der freien Natur vor anderen Genüssen voraus? (Abiturienten-Aufsatz).

Französische Themata.

1. Le caractère de Henri VIII. roi d'Angleterre. 2. Analyse des premiers deux actes de l'Avare, comédie par Molière. 3. Analyse des derniers trois actes de l'Avare. 4. Le Duc de Monmouth. 5. La défaite de l'Armada. 6. La conspiration de Babington. 7. La conspiration des poudres. 8. Olivier Cromwell.

Englische Themata.

1. The taking of Sebastopol. 2. Paradise and the Peri. 3. Conquests of the Danes in England. 4. Alfred the Great. 5. The dragon of Rhodes. 6. The death of St. Louis. 7. The life and works of Saussure. 8. The life and works of Pallas.

Themata bei dem Abiturienten-Examen zu Ostern 1869.

1. **Im Deutschen:** Was hat der Genuß der freien Natur vor anderen Genüssen voraus?
2. **Im Französischen:** Les guerres de Louis XIV.
3. **Im Englischen:** Ein Exercitium.
4. **In der Mathematik:** a) Wenn man das erste Glied einer geometrischen Reihe mit dem dritten Gliede multiplicirt und vom Producte das zweite Glied subtrahirt, so erhält man 1892. Wenn man aber das erste und zweite Glied multiplicirt und vom Producte das dritte Glied subtrahirt, so erhält man 308. Welche Reihe ist es? b) Gegeben ist ein Kreis und eine Sehne in demselben; es soll ein Kreis gezeichnet werden, welcher den gegebenen Kreis berührt und die Sehne in drei gleiche Theile theilt. c) Vom Gipfel eines Berges aus, dessen Höhe $AB = 450$ Fuß beträgt, soll die Entfernung zweier Punkte C und D von einander berechnet werden, die mit dem Fußpunkte des Berges in derselben Horizontalebene liegen, wenn Winkel $BAC = 28^0\ 20'$, $\angle BAD = 64^0\ 36'$, $\angle CAD = 80^0\ 24'$ beträgt. d) Ein gerader Kegel, dessen Grundflächenradius r und dessen Höhe h ist, soll durch einen der Grundfläche parallelen Schnitt halbirt werden. Wie weit ist der Schnitt von der Spitze des Kegels entfernt, und wie groß ist der Radius der Schnittfläche?

5. **In der Physik:** a) Wie hoch und wie weit fliegt eine Kugel, welche unter einem Elevationswinkel von 32^0 mit einer Geschwindigkeit von 1500 Fuß abgeschossen wird? Entwickelung der Formel. b) Vor einem sphärischen Hohlspiegel, dessen Radius 16 Zoll ist, befindet sich in der Axe eine Flamme in einer Entfernung von 36 Zoll. Wie weit ist das Bild derselben vom Spiegel entfernt, und wie verhält sich dasselbe nach Größe und Lage zur Flamme selbst?

6. **In der Chemie:** Welche Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten zeigen die Wasserstoffverbindungen der Metalloide — Arsen und Antimon mit eingerechnet — in ihrer Darstellungsweise, ihrer Zusammensetzung und in ihrem Verhalten?

B. Verordnungen der Behörden von allgemeinerem Interesse.

Vom 15. März 1868. Mittheilung der Instructionen für die Directoren, Klassen-Ordinarien und Lehrer an den höheren Lehranstalten in der Provinz Posen.

Vom 14. April 1868. Genehmigung des Lehrplans für das Schuljahr von Ostern 1868 bis Ostern 1869.

Vom 28. April 1868. Genehmigung der Gründung einer neuen (der achten) ordentlichen Lehrerstelle, einer neuen Gehaltsregulirung der 6., 7. und 8. ordentlichen Lehrerstelle, und der Beschäftigung des Schulamts-Candidaten Dr. Droysen, Behufs Ableistung des Probejahrs, mit voller Stundenzahl.

Vom 7. Mai 1868. Mittheilung über die Wirksamkeit und die Tendenzen des in Krakau zusammengetretenen Comité's, welches einen Verein zur Hebung und Verbreitung der Bildung der polnischen Nation zu gründen beabsichtigt. Es ist darüber zu wachen, daß eine schädliche Einwirkung dieser Bestrebungen auf die Schüler nicht stattfinde.

Vom 14. Mai 1868. Es wird eine Vervollständigung der einzureichenden Schüler-Frequenzlisten angeordnet, damit die thatsächliche Frequenz zu irgend einer bestimmten Zeit innerhalb des Semesters aus ihnen entnommen werden könne.

Vom 10. Juni 1868. Der Magistrat ordnet an, die Schul-Programme so früh einzureichen, daß die städtischen Behörden noch rechtzeitig Deputationen zu der öffentlichen Prüfung absenden können.

Vom 21. Juni 1868. Hinweisung auf die Militär-Ersatz-Instruction für den norddeutschen Bund vom 26. März d. J., welche an die Stelle der Ersatz-Instruction vom 9. December 1858 getreten ist und in den §§. 151 bis 155 verschiedene neue und für die höheren Lehranstalten wichtige Bestimmungen enthält.

Vom 25. Juni 1868. Es sind von der nächsten Programm-Ausgabe bis auf Weiteres 332 Exemplare an das Königliche Provinzial-Schul-Collegium einzusenden.

Vom 30. Juni 1868. Aufforderung zu Vorschlägen für Betheiligung von jüngeren Lehrern an dem diesjährigen Cursus der Central-Turn-Anstalt in Berlin.

Vom 28. Juli 1868. Aufforderung geeignete Persönlichkeiten unter den Lehrern der Anstalt vorzuschlagen, welche als Sachverständige mit der Prüfung der Statuten von Sterbekassenvereinen beauftragt werden könnten.

Vom 29. Juli 1868. Mittheilung über die bevorstehende Revision des Turnunterrichts an den höheren Lehranstalten der Provinz Posen durch den Civillehrer der Königlichen Central-Turn-Anstalt, Herrn Dr. Euler in Berlin.

Vom 9. August 1868. Es wird darauf hingewiesen, daß bei den mündlichen Abiturientenprüfungen an den höheren Schulen in der Geschichte und Geographie zu sehr, und oft lediglich die Ermittelung der Bekanntschaft der Abiturienten mit speciellen Thatsachen und Jahreszahlen erstrebt werde, ohne daß den Schülern Gelegenheit gegeben wird, darzuthun, daß sie einen Ueberblick über die zusammenhängenden Ereignisse eines größeren Abschnitts der Geschichte gewonnen haben, oder die

der Zeit nach auseinanderliegenden Begebenheiten unter einem gegebenen Gesichtspunkte selbständig zusammen zu fassen und in ihrer Entwickelung darzustellen im Stande sind. — Bei der Prüfung in der Geographie hat sich mehrfach eine auffallende Unkenntniß der Examinanden herausgestellt.

Vom 22. August 1868. Empfehlung der Wandkarte von Deutschland nach seiner Neugestaltung von E. Leeder.

Vom 27. August 1868. Der Schulschluß bei den Ferien kann in Abweichung von der Bestimmung der Circular-Verfügung vom 2. April 1853 auf den Sonnabend, der Wiederbeginn des Unterrichts in den Fällen, in welchen die Ferien volle Wochen umfassen, auf den Montag verlegt werden.

Vom 25. September 1868. Es wird die Erhöhung des Schulgeldes der auswärtigen Schüler der Realschule von 22 Thlr. auf 24 Thlr. vom 1. October d. J. ab genehmigt.

Vom 7. October 1868. Der Magistrat theilt mit, daß die Stadtverordneten-Versammlung auf seinen Antrag den Erlaß der Pensionsbeiträge für die Lehrer der Realschule genehmigt hat.

Vom 12. November 1868. Erinnerung, die Portofreiheits-Bestimmungen auf's genaueste zu befolgen und Sendungen, welche nicht unzweifelhaft die Portofreiheit genießen, stets als portopflichtig zu behandeln.

Vom 24. November 1868. Nähere Erklärung über die Anwendung des durch die Cirkular-Verfügung vom 11. October 1865 vorgeschriebenen Zeugniß-Formulars für die Meldung zum einjährigen Freiwilligendienst.

Vom 19. December 1868. Das Königliche Provinzial-Schulcollegium genehmigt den Beschluß, die Pensionsbeiträge von den Lehrern der Realschule vom 1. Januar d. J. ab nicht mehr zu erheben.

Vom 13. Januar 1869. Empfehlung des in dem photolithographischen Institut von W. Korn herausgegebenen Reliefatlasses in 4 Ausgaben.

Vom 5. Februar 1869. Es sind von der nächsten Programm-Ausgabe ab 4 Exemplare mehr, also 336, an das Königliche Provinzial-Schulcollegium einzusenden.

C. Chronik.

Wegen Ueberfüllung mußte die Ober-Tertia in zwei parallele Coetus getheilt werden. Zur einstweiligen Vertretung der um deswillen gegründeten neuen Lehrerstelle wurde der Candidat des höheren Schulamts, Herr Dr. Ernst Droysen, berufen.

Das Stiftungsfest der Anstalt (12. Mai) wurde am 15. Mai durch einen Auszug nach Myslenczinnek gefeiert.

Am 23. Mai beehrte Se. Excellenz, der Herr Oberpräsident v. Horn die Anstalt mit seinem Besuche, ließ sich das Lehrercollegium vorstellen und wohnte dem Unterricht in Prima, Secunda und Quarta Coet. b. bei.

Am 21. August wurde im Auftrage des Unterrichts-Ministeriums eine Revision des Turnunterrichts in allen seinen Abtheilungen durch Herrn Dr. Euler, Civillehrer an der Königlichen Central-Turnanstalt abgehalten.

Am 12. Februar revidirte der Herr General-Superintendent D. Cranz sämmtliche evangelische Religions-Klassen der Realschule und der Vorschule.

Am 5. März erfreute der Königl. Provinzial-Schulrath, Herr Geheimrath D. Mehring, die Realschule mit seinem Besuche, wohnte dem Unterricht von 8—12½ Uhr bei und übernahm selbst in mehreren Klassen die Prüfung.

Der Rede- und Gesang-Actus zu Weihnachten fand am 21. December in folgender Ordnung statt:

Erster Theil: 1. Rede des Primaners Plötz: The Invasion of Britains by Jul. Caesar. 2. Rede des Primaners Buchholz: La première croisade. 3. Rede des Primaners Lacomi: „Schrecklich immer, auch in gerechter Sache, ist Gewalt." (Schiller).

Zweiter Theil: 1. Erste Gesangklasse: Ankunft Jesu von Hiller. — Schon fängt es an zu dämmern, von Möhring. Trio für Clavier, Violine und Cello von J. Haydn, ausgeführt von Knopf, (IVa.) Seemann, (II.) Grahn (Va.). 2. Schultz (Vorsch. III.): Winterfreuden. (Des Knaben Wunderhorn). 3. Graef: (IIIBb.) Der reichste Fürst (Kerner). 4. Dubislav: (IIIBb.) Le prince le plus riche. (Delacour). 5. Wegner: (IIIBa.) The richest prince. (Baskerville). 6. Levy, Bouvain, Latté, Lindenstrauß, Brunck II., Sehmsdorff, Barkow: (II.) Scene aus Regulus. (Collin). 7. Grundtmann: (VIb.) Wickher. (W. Müller). 8. Haase: (Vorsch. II.) Was gehen dem Spitz die Gänse an? (Reinick). 9. Erste Gesangklasse: Motette von J. Haydn: „Du bist's, dem Ruhm und Ehr' gebührt; Matrosenlied von Huber; Kindersymphonie von J. Haydn, ausgeführt von Trapp, Kleinert (II.) u. A. 10. Siebert: (Vorsch. III.) Das Büblein auf dem Eis. (Güll). 11. v. Oborski: (VIb.) Lew i Ofza. 12. Friedrich, Gassen, Zander, Lange: (IIIAa.) Scene aus Minna von Barnhelm. (I., 8—12). 13. Schultz: (VIa.) Blücher am Rhein. (Kopisch). 14. Nack, Bredtschneider, Bouvain, Rohde: (IVa.) Praeceptor et discipuli. 15. Hetzel: (VIa.) Des Städtchens Name. (Bechstein). 16. Haronski, Rosenthal: (IIIAa.) Scene aus Le Bourgeois Gentilhomme. (Molière). 17. Pink: (IIIAa.) Der Liebe Dauer. (Freiligrath). 18. Erste Gesangklasse: Lacrymosa; Wiegenlied; (Engerer Chor) O sanctissima ect.; Wem Gott will rechte Gunst erweisen. (Fröhlich). 19. Brunk I., Kiessig, Knitter: (II.) Scene aus Athalie. (V., 2) (Racine). 20. Völtzcke, Lanner: (Vorsch. II.) Die Birke und die Tanne. (Franz). 21. Hoesen: (VIa.) Gerichtsverwalter Veit. (Langbein). 22. Seemann, Stresau: (II.) Scene aus Sheridan: The Rivals (I., 1). 23. Erste Gesangklasse: Wenn Du im Traum wirst fragen 2c. Still wie ein Schwan. (Engerer Chor). Stille Nacht. (M. Haydn).

Zum Geburtstage Sr. Majestät des Königs fand eine Vorfeier am 20. März statt. Die Festrede hielt der Director.

Es sei dem Unterzeichneten gestattet, an diesem Orte mit herzlichem Danke auch der Theilnahme zu gedenken, mit welcher das Lehrercollegium und die Schüler der Anstalt den 22. April, an welchem Tage vor 25 Jahren die amtliche Lehrerthätigkeit desselben begann, auszeichneten.

D. Statistische Nachrichten.

Das Lehrercollegium der Realschule zählte im Winter-Semester 18$^{68}/_{69}$ die folgenden Mitglieder: 1. Director Dr. Gerber. 2. Herr Dr. Weigand, erster Oberlehrer. 3. Herr Hetzel, zweiter Oberlehrer. 4. Herr Dr. Schultz, dritter Oberlehrer. 5. Herr Dr. Stürmer, vierter Oberlehrer. 6. Herr Dr. Kleinert, erster ordentlicher Lehrer. 7. Herr Dr. Böning, zweiter ordentlicher Lehrer. 8. Herr Dr. Dubislav, dritter ordentlicher Lehrer. 9. Herr Böhck, vierter ordentlicher Lehrer. 10. Herr Pelzer, fünfter ordentlicher Lehrer. 11. Herr Dr. Eichner, sechster ordentlicher Lehrer. 12. Herr Dr. Trendelenburg, siebenter ordentlicher Lehrer. 13 Herr Schmidt, achter ordentlicher Lehrer. 14. Herr Bundschu, neunter ordentlicher Lehrer. 15. Herr Wolff, Zeichenlehrer. 16. Herr Hertel, Hülfslehrer. 17. Herr Prediger Serno. 18. Herr Licentiat Jaskólski, Religionslehrer. 19. Herr Dr. Droysen, Candidat des höheren Schulamts. 20. Herr Betkowski, Hülfslehrer. An der Vorschule unterrichteten: 21. Herr Lehrer Pfefferkorn. 22. Herr Lehrer Rohnke. 23. Herr Lehrer Weigmann.

Die Zahl der Schüler betrug im Winter-Semester 18$^{67}/_{68}$ 666, von denen sich 504 in der Realschule, 162 in der Vorschule befanden; im Sommer-Semester 1868 belief sie sich auf 712, von denen 568 die Realschule, 144 die Vorschule besuchten. Im Laufe des Sommers sind abgegangen 58; neu aufgenommen wurden 48, so daß die Gesammtzahl der Schüler, welche im Winter-Semester 18$^{68}/_{69}$ die Anstalt besuchten 702 betrug, von denen sich 539 in der Realschule, 163 in der Vorschule befanden. Im Laufe des Schuljahrs sind uns fünf Schüler durch den Tod entrissen worden: Ludwig Stüber, Hans Stellbaum aus der dritten Klasse der Vorschule, Georg

Weigmann aus der ersten Vorschulklasse, Otto Raske aus Sexta Coet. b., Emil Petrich aus Unter-Tertia Coet. a.

Im Winter-Semester 1868/69 waren die Schüler in folgender Weise vertheilt:

Klasse.	Gesammtzahl.	Evangelische.	Katholische.	Jüdischer Religion.	Deutscher Abkunft.	Polnischer Abkunft.	Einheimische.	Auswärtige.
a. Realschule.								
Prima	6	6	—	—	6	—	4	2
Secunda	41	34	1	6	40	1	27	14
Obertertia Coet a.	34	26	2	6	32	2	25	9
Obertertia Coet b.	28	21	—	7	28	—	18	10
Untertertia Coet a.	46	31	4	11	43	3	30	16
Untertertia Coet b.	47	40	2	5	47	—	32	15
Quarta Coet a.	59	47	3	9	58	1	37	22
Quarta Coet b.	54	44	3	7	52	2	24	30
Quinta Coet a.	52	43	1	8	51	1	39	13
Quinta Coet b.	64	50	3	10	63	1	44	20
Sexta Coet a.	55	42	3	10	54	1	44	11
Sexta Coet b.	53	36	4	13	51	2	42	11
	539	420	26	93	525	14	366	173
b. Vorschule.								
Klasse I.	68	50	6	12	65	3	52	16
Klasse II.	52	43	2	7	52	—	49	3
Klasse III.	43	29	2	12	43	—	41	2
	163	122	10	31	160	3	142	21
Gesammtzahl	702	542	36	124	685	17	508	194

Bei der Abiturientenprüfung zu Ostern 1869, welche unter dem Vorsitz des Herrn Provinzial-Schulraths, Geheimrath D. Mehring, und in Vertretung der städtischen Schuldeputation durch Herrn Consistorialrath Taube abgehalten wurde, erhielt das Zeugniß der Reife:

Hugo Plötz, 21 Jahr alt, evangelischer Confession, 10 Jahr auf der Anstalt, 2 Jahr in Prima, zur Bau-Akademie. Er erhielt das Prädikat: gut bestanden.

E. Lehr-Apparate.

Für die Lehrer-Bibliothek wurden u. A. angeschafft: Die Fortsetzungen von Littré, dictionnaire de la langue française; v. Kloeden, Handbuch der Erdkunde; Gauß Werke; Schmitz' Encyclopädie des philologischen Studiums der neueren Sprache; Poggendorf, Annalen der Physik und Chemie; Ersch und Gruber, Encyclopädie der Wissenschaften und Künste; Steinthal und Lazarus, Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft; Herrig, Archiv für neuere

Mit bloßem Auge betrachtet, zeigt das Sonnenspectrum nur eine unendliche Mannichfaltigkeit der verschiedensten Farbentöne und einen continuirlichen Uebergang der einen Farbe in die andere. Wird es aber durch ein Fernrohr beobachtet, so zeigt sich dasselbe von vielen dunkelen Querlinien durchsetzt, welche stets dieselbe Stelle im Spectrum einnehmen, unabhängig von dem brechenden Winkel und dem Stoffe des Prisma. Zuerst von Wollaston im Jahre 1802 beobachtet, wurden diese dunkelen Spectrallinien 1814 von Frauenhofer in München genau untersucht und haben nach ihm den Namen Frauenhofer'sche Linien erhalten; er zählte deren 574, während spätere Beobachter, unter denen Brewster, Gladstone, Kirchhoff und der Amerikaner Cooke zu nennen sind, dadurch, daß sie das Licht, statt durch ein Prisma, durch mehrere gehen ließen, in dem hierdurch bedeutend vergrößerten Spectrum gegen 2000 solcher Linien erkannt und deren Abstände von einander gemessen haben. Die Wichtigkeit dieser Linien für die Lichtbrechung, namentlich für die Berechnung der Wellenlänge der einzelnen farbigen Strahlen veranlaßte Frauenhofer, einige leicht erkennbare Streifen besonders zu bezeichnen. A nannte er einen ziemlich breiten Streifen nahe am rothen Ende des Spectrums, B ein Streifenpaar ebenfalls noch im Roth, a eine zwischen A und B liegende breite Liniengruppe, C eine einfache dunkele Linie an der Grenze von Roth gegen Orange, D ein Paar gleiche Linien an der Grenze von Orange und Gelb, E eine Liniengruppe im Grün, F einen dicken dunkelen Streifen im Blau, G eine breite Liniengruppe an der Grenze von Blau und Violett, und H eine ebensolche im Violetten.

Die Frage, woher diese dunkelen Linien des Sonnenspectrums entstehen, ob in dem Sonnenlichte Farben von bestimmter Brechbarkeit fehlen, so daß eine Unterbrechung der Stetigkeit in der Farbenfolge eintritt, oder ob diese Strahlen erst unterwegs, ehe sie zu uns gelangen, verloren gegangen und absorbirt sind, blieb lange Zeit unentschieden.

Man untersuchte die Spectra anderer Lichtquellen und fand z. B. im Spectrum der Venus fast dieselben dunkelen Streifen wie im Sonnenspectrum, in dem des Sirius aber andere; dagegen ergaben manche künstlich erzeugte Lichtquellen, als Drummond'sches Kalklicht, electrisches Licht, Kerzen und Flammen theils ganz continuirliche Spectra, theils solche mit hellen Linien. Gewissermaßen zu einem Abschlusse gelangten diese Fragen erst durch die glänzenden Resultate, welche die im Jahre 1859 angestellten Untersuchungen der Heidelberger Professoren Gustav Kirchhoff und Eberhard Bunsen über das Spectrum gefärbter Flammen lieferten.[1])

Der Apparat, dessen sie sich zu diesen Untersuchungen bedienten, das Spectroskop oder Spectrometer, besteht in der einfachsten Form aus einer Säule, die ein Glasprisma und zwei Fernröhre trägt, deren Axen auf die beiden Brechungsflächen des Prismas gerichtet sind. Die Ocularlinse des einen Rohres ist durch zwei Metallplatten ersetzt, zwischen denen sich ein feiner Spalt befindet, der durch eine Mikrometerschraube breiter oder enger gemacht werden kann und in den Brennpunkt der Objectivlinse eingestellt ist. Vor den Spalt wird die zu untersuchende Flamme gestellt, und die durch das Rohr auf das Prisma fallenden Strahlen treten nach der Brechung in das zweite Fernrohr ein und werden durch das Ocular desselben beobachtet. Gewöhnlich ist noch ein drittes Rohr angebracht, welches in dem von dem Prisma abgewandten

---

[1]) Poggendorff, Annalen der Physik B. 109 S. 148, 110 S. 161, 113 S. 337. Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente. Berlin 1862.

Sprachen; Stiehl, Centralblatt für den Unterricht; ferner: Courier, oeuvres; Theodor Beza, de francicae linguae recta pronunciatione; Schmitz', französische Synonymik; Becker, homerische Blätter; Grammatici latini ed. Keil; Pott, Wurzel-Wörterbuch der indogermanischen Sprachen; Curtius, zur Chronologie der indogermanischen Sprachforschung; Lotze, Psychologie; Geiger, Ursprung und Entwickelung der menschlichen Sprache und Vernunft; Corsen, über Aussprache, Vokalismus und Betonung der lateinischen Sprache u. A. m.

Die Lehrmittel für das physikalische und chemische Cabinet, für den geographischen, Gesang- und Zeichen-Unterricht erhielten die nöthigen Ergänzungen und Verbesserungen; für den Anschauungs-Unterricht der Vorschule wurden die Bildertafeln von Strübing angeschafft.

Dem naturhistorischen Cabinet schenkte der Quartaner Krause ein Exemplar von Catenipora labyrinthica.

Oeffentliche Prüfung.

Freitag, den 19. März 1869.

Morgens von 8 Uhr ab.

Prima.	Französisch: Dr. Weigand.
	Deutsch: Der Director.
Secunda.	Englisch: Dr. Weigand.
	Mathematik: Dr. Stürmer.
Obertertia a.	Geschichte: Hetzel.
Obertertia b.	Lateinisch: Dr. Schultz.
Untertertia a.	Englisch: Dr. Böning.
Untertertia b.	Geographie: Dr. Dubislav.

Gesang der ersten Singeklasse.

Nachmittags von 2 Uhr ab.

Vorschulklasse III.	Religion: Weigmann.
Vorschulklasse II.	Deutsch: Rohnke.
Vorschulklasse I.	Rechnen: Pfefferkorn.
Sexta b.	Geographie: Eichner.
Sexta a.	Lateinisch: Dr. Droysen.
Quinta b.	Rechnen: Pelzer.
Quinta a.	Französisch: Böhck.
Quarta b.	Geschichte: Dr. Trendelenburg.
Quarta a.	Geometrie: Dr. Kleinert.

Der Unterricht für das Winter-Semester wird **Sonnabend, den 20. März,** geschlossen. Die Censuren müssen nach den Ferien den Herren Klassenordinarien mit den Unterschriften der Eltern oder Vormünder angezeigt werden.

Der Unterricht im Sommer-Semester beginnt **Montag, den 5. April,** früh 9 Uhr.

Zur Prüfung und Inscription der Realschüler wird der Unterzeichnete **am 3. April,** Vormittags von 9 bis 12 Uhr, im Schullokale zu sprechen sein; die Prüfung der Vorschulen findet ebendaselbst an demselben Tage, Nachmittags von 2 bis 4 Uhr, statt. Für auswärtige Eltern wird bemerkt, daß zu den Bedingungen der Aufnahme die Wahl einer Pension gehört, welche die Zustimmung des Directors hat.

G. Gerber.

Vertheilung der Lectionen im Winter-Semester 18$\frac{68}{69}$.

Lehrer.	Prima. Ord. Der Director.	Secunda. Ord. Dr. Weigand.	Ober-Tertia. Coet. a. Ord. Hetzel.	Ober-Tertia. Coet. b. Ord. Dr. Schultz.	Unter-Tertia Coet. a. Ord. Dr. Boening.	Unter-Tertia Coet. b. Ord. Dr. Dubislav	Quarta Coet. a. Ord. Dr. Kleinert.	Quarta Coet. b. Ord. Böhck.	Quinta Coet. a. Ord. Schmidt.	Quinta Coet. b. Ord. Pelzer.	Sexta Coet. a. Ord. Bundschu.	Sexta Coet. b. Ord. Dr. Eichner.	Vorschule. Klasse I. Ord. Pfefferkorn.	Klasse II. Ord. Weigmann.	Klasse III. Ord. Rohnke.	Summa.
1. Der Director	3 Deutsch. 3 Latein.	4 Latein.	—	—	—	3 Englisch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
2. Oberlehrer Dr. Weigand	4 Französisch. 3 Englisch.	3 Deutsch. 3 Englisch. 4 Französisch.	2 Religion.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
3. Oberlehrer Hetzel	3 Geschichte.	—	3 Deutsch. 5 Latein. 2 Geschichte. 2 Geographie.	—	—	4 Französisch. 2 Geschichte.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
4. Oberlehrer Dr. Schultz	—	3 Geschichte.	—	3 Deutsch. 5 Latein. 2 Geschichte. 2 Geographie. 6 Mathematik.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
5. Oberlehrer Dr. Stürmer	5 Mathematik. 3 Physik.	5 Mathematik. 2 Physik.	6 Mathematik.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
6. Realschullehrer Dr. Kleinert	2 Chemie. 1 Naturgesch.	2 Chemie. 2 Naturgesch.	2 Naturgesch.	2 Naturgesch.	—	—	6 Mathematik. 5 Französisch.	—	—	—	—	—	—	—	—	22
7. Realschullehrer Dr. Boening	—	—	4 Englisch. 4 Französisch.	4 Englisch. 4 Französisch.	3 Englisch. 4 Französisch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
8. Realschullehrer Dr. Dubislav	—	—	—	—	2 Religion comb. mit b. 2 Geographie.	3 Deutsch. 5 Lateinisch. 2 Religion. 6 Mathematik. 2 Geographie.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
9. Realschullehrer Böhck	—	—	—	—	—	—	—	2 Religion. 6 Latein. 3 Deutsch. 6 Mathematik.	5 Französisch.	—	—	—	—	—	—	22
10. Realschullehrer Pelzer	—	—	—	—	6 Mathematik.	—	—	—	—	4 Deutsch. 4 Rechnen. 6 Latein. 2 Naturgesch.	—	—	—	—	—	22
11. Realschullehrer Dr. Eichner	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 Geographie. 5 Französisch.	—	8 Latein. 5 Deutsch. 3 Geographie.	—	—	—	25
12. Realschullehrer Dr. Trendelenburg	—	—	—	—	3 Deutsch. 5 Latein. 2 Geschichte.	—	—	5 Französisch. 2 Geschichte. 2 Geographie.	4 Geographie.	—	—	—	—	—	—	23
13. Realschullehrer Schmidt	—	—	—	—	2 Naturgesch.	2 Naturgesch.	2 Religion. 2 Naturgesch.	2 Naturgesch.	3 Religion. 4 Deutsch. 6 Latein.	—	—	—	—	—	—	23
14. Realschullehrer Bundschu	2 Erste Gesangklasse mit Secunda, Obertertia u. Untertertia Coet. a. u. b. combin.	—	—	—	—	—	1 Gesang mit Quarta b. comb.	—	2 Naturgeschichte. 4 Rechnen. 2 Gesang comb. mit b.	—	3 Religion. 5 Deutsch. 5 Rechnen.	—	—	—	—	24
15. Zeichenlehrer Wolff	3 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	2 Zeichnen.	—	—	—	—	—	21
16. Lehrer Hertel	—	—	—	—	—	—	—	—	2 Schreiben.	3 Religion. 2 Schreiben.	3 Geographie. 3 Schreiben. 2 Gesang mit Sexta b. comb.	3 Religion. 5 Rechnen. 3 Schreiben.	—	—	—	26
17. Candidat Dr. Droysen	—	—	—	—	—	—	6 Lateinisch. 3 Deutsch. 2 Geschichte. 2 Geographie.	—	—	—	8 Latein.	—	—	—	—	21
18. Lehrer Pfefferkorn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 Religion. 8 Deutsch. 6 Rechnen. 3 Geographie. 4 Schreiben. 2 Gesang.	—	—	26
19. Lehrer Rohnke	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 Religion. 8 Deutsch. 6 Rechnen. 2 Geographie. 5 Schreiben. 2 Gesang.	26
20. Lehrer Weigmann	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 Religion. 8 Deutsch. 6 Rechnen. 2 Geographie. 5 Schreiben. 2 Gesang.	—	26
21. Prediger Serno	2 Religion mit Secunda comb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
22. Licentiat Jaskólski	—	2 Religion (kath.) mit Tertia combinirt.	—	—	—	—	2 Religion (kath.) mit Sexta und Quinta comb.	—	—	—	—	—	2 Religion (kath.) mit Klasse II. combinirt.	—	—	6
23. Lehrer Betkowski	6 Polnisch in drei Abtheilungen.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6

Ende eine Millimeterscala auf Glas enthält, die bei Erleuchtung sich in dem Prisma so spiegelt, daß ihr Spiegelbild im Fernrohr zugleich mit dem Flammenspectrum erblickt wird und man im Stande ist, die Abstände der Linien mittelst der Scala zu messen. Das Prisma und die Objectivgläser sind durch einen Kasten vollständig bedeckt, um kein Seitenlicht auf das Prisma gelangen zu lassen. Bei den vervollkommneten Apparaten sind an Stelle eines Prismas deren mehrere, bis zu neun, hinter einander aufgestellt, wodurch das Spectrum weit ausgedehnter erscheint. Auch ist die Einrichtung getroffen, daß man durch die untere Hälfte des senkrechten Spalts Sonnenlicht und durch die obere zu gleicher Zeit das Licht der künstlichen Lichtquelle treten lassen kann; man erblickt dann im Fernrohr beide Spectra über einander und kann die Lage der Linien in beiden unmittelbar miteinander vergleichen.

Schon seit langer Zeit sind die Farben, welche Metallsalze der Löthrohrflamme ertheilen, von den Chemikern zur Erkennung der Metalle benutzt worden; so deutet eine gelbe Färbung der Flamme auf Natron-, eine violette auf Kali-, eine rothe auf Lithion- oder Strontiansalze hin. Allein dieses Erkennungsmittel läßt im Stiche, wenn mehrere Metalle vorhanden sind, indem dann die verschiedenen Farben einander verdecken; erst die Untersuchung durch das Prisma liefert dann ein Resultat. Nachdem ältere Untersuchungen von Herschel und Talbot, A. Miller und Swan[1]) keine bemerkenswerthen Ergebnisse geliefert hatten, fanden die oben erwähnten Heidelberger Gelehrten, daß, während das Spectrum eines glühenden festen oder flüssigen Körpers in seiner ganzen Ausdehnung ohne Unterbrechung erscheint, die im Spectrum leuchtender Dämpfe auftretenden hellen Linien ausschließlich abhängig sind von den chemischen Bestandtheilen derselben. Als sie nämlich in die Flamme des Bunsen'schen Gasbrenners, — eines Apparates, in welchem das Leuchtgas vor seiner Entzündung mit der gehörigen Menge atmosphärischer Luft sich innig vermengt, wodurch die Flamme äußerst wenig leuchtet, aber dafür eine intensive Hitze erzeugt — ein zu prüfendes Metallsalz mittelst eines dünnen Platinadrahtes brachten, und das Spectrum der sich über der Salzperle erhebenden leuchtenden Dämpfe beobachteten, so fanden sie, daß das Spectrum nur aus einzelnen, für jedes Metall charakteristischen hellen Linien bestand, welche stets an derselben Stelle auftraten, während der übrige Theil des Spectrums fast verschwand, mindestens verdunkelt wurde. So ergiebt ein Natronsalz eine sehr helle gelbe Linie, der Lage nach genau übereinstimmend mit der dunkelen Linie D des Sonnenspectrums, Lithion eine sehr glänzende Linie im Roth und eine schwächere im Orange, Strontian sechs rothe, eine orange und eine blaue. In ähnlicher Weise sind alle übrigen Salze durch eine größere oder geringere Anzahl leuchtender Linien im Spectrum ausgezeichnet, die nur abhängig sind von dem in dem Salze enthaltenen Metalle, so daß Jodide, Chloride, Bromide, Oxydhydrate, schwefelsaure und kohlensaure Salze desselben Metalls ein und dasselbe Spectrum zeigen. Diese Linien treten allerdings bei dem einen Salze weniger, bei dem andern mehr hervor, je nach der Flüchtigkeit des Salzes; sie sind um so intensiver, je höher die Temparatur der Flamme ist. Auch erscheinen sie, wenn das Salz in irgend einer anderen Flamme als der Bunsen'schen Gasflamme verdampft, namentlich treten sie sehr deutlich hervor in dem Spectrum eines mit Hülfe des Ruhmkorff'schen Inductionsapparates erzeugten electrischen Funkens, der zwischen einem Paar aus dem zu untersuchenden Metalle gebildeten Electroden überspringt.

---

[1]) Poggendorff, Bd. 118 S. 94.

Werden die Salze zweier Metalle gleichzeitig in die Flamme gebracht, so treten in dem Spectrum die hellen Linien, die für die einzelnen Bestandtheile charakteristisch sind, neben einander und ohne sich irgendwie zu modificiren auf, und es entsteht ein Spectrum, wie es durch Uebereinanderlagerung der den einzelnen Metallen angehörenden Spectren sich bilden muß. Dieser Umstand gestattet, verschiedene Metalle auf einen Blick neben einander zu erkennen, und es konnten deshalb Bunsen und Kirchhoff auf die Untersuchung des Spectrums eine neue Methode der qualitativen Analyse, die sogenannte Spectralanalyse gründen, welche in den Fällen, in denen sie anwendbar ist, alle andern Methoden der chemischen Analyse an Bequemlichkeit, an Sicherheit und Empfindlichkeit übertrifft.

Als Beispiel für die außerordentliche Empfindlichkeit der Spectralreaction eignet sich besonders das Natrium. Nach Bunsens Schätzung ist man im Stande, ein Dreimillionstel Milligramm Kochsalz in der Flamme noch nachzuweisen; selbst die unwägbaren Mengen desselben, welche überall auch in der Luft verbreitet sind, entgingen der Beobachtung nicht; schon das Zusammenschlagen eines bestaubten Buches im Untersuchungslocale genügte, in einer Entfernung von mehreren Schritten das heftige Aufblitzen der gelben Natriumlinie im Spectrum einer Flamme zu beobachten.

§. 2.

Umkehrung des Spectrums.

Als Kirchhoff durch eine Flamme, welche Natriumdämpfe enthielt, und deshalb in ihrem Spectrum eine helle Linie zeigte, das volle Sonnenlicht treten ließ, so erschien plötzlich statt der hellen Linie die dunkle Linie D in außerordentlicher Stärke. Dieselbe Erscheinung zeigte sich, als das Sonnenlicht durch das Drummond'sche Kalklicht ersetzt wurde, dessen Spectrum, wie das jedes glühenden festen Körpers, keine dunkelen Linien hat. Nachdem diese Umwandlung der hellen Linien in dunkele, die Umkehrung des Spectrums, an verschiedenen anderen Dämpfen erprobt worden war, wurde Kirchhoff dadurch zu der Annahme geführt, daß jedes glühende Gas ausschließlich Strahlen von der Brechbarkeit derer, die es selbst aussendet, durch Absorption schwächt, für alle anderen aber ganz durchsichtig ist, so daß, wenn hinter dem glühenden Gase eine Lichtquelle von hinreichender Intensität angebracht ist, in dem Spectrum derselben dunkle Linien da auftreten müssen, wo vorher helle waren. Später hat er dann durch theoretische Betrachtung nachgewiesen, daß diese Erscheinung nur ein specieller Fall eines allgemeinen Gesetzes sei, welches er dahin ausspricht,[1]) daß das Verhältniß zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen für Licht für alle Körper bei ein und derselben Temperatur dasselbe sei. Unter Emissionsvermögen wird hier die Intensität der von den Körpern ausgesandten Strahlen irgend einer Gattung oder Farbe verstanden, und unter Absorptionsvermögen das Verhältniß der Intensität der von dem Köper verschluckten Strahlen zur Intensität der den Körper treffenden Strahlen eben derselben Gattung. Für dieses Verhältniß findet Kirchhoff einen bestimmten Werth, welcher nur abhängig ist von der Temperatur des Körpers und der Wellenlänge des den Körper treffenden Lichtes. Helle Streifen sind ein Beweis für ein Maximum des Emissionsvermögens, damit ist aber auch ein Maximum des Absorptionsvermögens verbunden. Deshalb wird von einer Flamme vorzugsweise diejenige Art des durchgehenden

---

[1]) Poggendorff, Bd. 109 S. 275.

Lichtes verschluckt, welche die Flamme selbst aussendet, und wird nun von ihr mehr Licht absorbirt, als sie aussendet, so muß an der Stelle der vorher hellen Streifen jetzt eine Schwächung des Lichtes bemerkbar werden, wenigstens muß dieselbe dunkler sein, als wenn keine Flamme vorhanden wäre.

Diese Entdeckung der Umkehrung des von einem glühenden Gase herrührenden Spectrums stimmt vollständig überein mit den Absorptionserscheinungen nicht leuchtender Gase, die durch die Untersuchungen von Brewster[1]) und A. Miller[2]) schon lange bekannt waren. Während gefärbte Flüssigkeiten oder durchsichtige feste Körper in dem Spectrum des durch sie hindurch gegangenen Lichtes im Allgemeinen breitere dunkele Räume erzeugen, sieht man das Spectrum des durch ein farbiges Gas, z. B. durch salpetrige Säure hindurch gegangenen Lichtes von ganzen Reihen schwarzer Linien durchsetzt, welche den Frauenhofer'schen Linien äußerst ähnlich sind.

In rascher Folge schlossen sich nun an Kirchhoff's und Bunsen's Arbeiten eine Reihe von Untersuchungen über die Spectra aller in Gasform überzuführenden Körper. Zu erwähnen sind hier die Namen von Huggin's,[3]) Wüllner,[4]) Alexander Mitscherlich,[5]) Dibbits,[6]) Angström,[7]) namentlich aber von Plücker in Bonn.[8]) Der letztere beschäftigte sich vorzugsweise mit der Spectraluntersuchung von Gasen, welche im verdünnten Zustande in Geißler'schen Röhren eingeschlossen, durch den hindurch gehenden electrischen Funken leuchtend gemacht werden. Er fand z. B., daß das Spectrum des glühenden Sauerstoffs aus sieben hellen Linien besteht, das des Wasserstoffs aus drei dergleichen, das des Stickstoffs aus einer Zahl von etwa dreißig. Bei mehreren Körpern in Gasform, z. B. beim Stickstoff, Jod, Schwefel, Wasserstoff u. a. entdeckte Plücker zwei absolut verschiedene Spectra, je nach der Temperatur, eins, welches der niederen und eins, welches der höheren Temperatur entspricht.

§. 3.

Die Sonnen-Atmosphäre.

Zahlreiche weitere Forschungen schlossen sich bald an Kirchhoff's und Bunsen's Epoche machende Arbeiten an und in den wenigen seit ihrer Veröffentlichung verflossenen Jahren ist unsere Kenntniß der physischen Welt mehr als durch irgend eine andere Entdeckung gefördert worden. Vor Allem aber war es die Physik der Himmelskörper, die reichen Gewinn davon zog, da durch die Anwendung der Spectralanalyse auf die Objecte des Himmels ein ganz neuer Zweig der astronomischen Wissenschaft geschaffen wurde. Während bisher nur meist hypothetische Einzelnheiten über die physische Beschaffenheit einiger Himmelskörper bekannt waren, giebt jetzt ihr aus unendlicher Ferne zu uns dringendes Licht durch seine Zerlegung im Spectrum uns Aufschluß über ihre Bestandtheile und die chemischen Vorgänge auf ihnen, und es folgt aus den nun

---

[1]) Poggendorff Ann. Bd. 28.
[2]) Poggendorff Bd. 28 und 29 ff.
[3]) Poggendorff Bd. 124, S. 275 und 621.
[4]) Poggendorff Bd. 120 S. 158, Bd. 135 S. 497.
[5]) Poggendorff Bd. 121 S. 459.
[6]) Poggendorff Bd. 122 S. 497.
[7]) Poggendorff Bd. 123 S. 489.
[8]) Poggendorff Bd. 105 S. 79, Bd. 107 S. 497, Bd. 116 S. 51.

ermittelten Thatsachen mit Sicherheit, daß Materie von derselben Natur, wie die auf der Erde, und ähnlichen Gesetzen unterworfen, wie die auf der Erde geltenden, durch den ganzen Sternenhimmel verbreitet ist.

Kirchhoff selbst wandte zunächst seine Entdeckung auf die Untersuchung der Sonnenoberfläche an.[1]) Das Sonnenspectrum zeigt, wie oben erwähnt, dunkle Linien auf hellem Grunde; es kann also nicht von einem festen oder flüssigen glühenden Körper allein herrühren, da ein solcher ein continuirliches Spectrum ohne Linien geben müßte, eben so wenig aber von einem glühenden Gase allein, sonst müßte das Spectrum helle Linien auf dunklem Grunde zeigen. Die Sonne muß vielmehr ein glühender fester oder flüssiger Körper sein, umgeben von einer gasförmigen, weniger leuchtenden Atmosphäre, denn nur so sind die dunkelen Linien ihres Spectrums erklärlich.

Aber auch über die chemischen Bestandtheile dieser Atmosphäre giebt uns das Sonnenspectrum Aufschluß, denn es ist die Umkehrung desjenigen Spectrums, welches die Atmosphäre für sich allein liefern würde, und mit derselben Sicherheit, mit welcher man aus den hellen Linien, welche dasselbe zeigen müßte, auf die Bestandtheile der Atmosphäre einen Schluß machen könnte, kann man dies aus der Umkehrung desselben thun. Es ist nur nöthig, die hellen Linien der Spectren irdischer, in Gasform gebrachter Substanzen mit den dunkelen Linien im Sonnenspectrum zu vergleichen; wenn eine Gruppe glänzender Linien mit einer ähnlichen Gruppe dunkeler Linien zusammenfällt, so erkennen wir daraus, daß die irdische Substanz, welche diese Gruppe heller Linien hervorbringt, in der Sonnenatmosphäre enthalten ist; denn es ist nur diese Substanz und keine andere, welche durch ihr Absorptionsvermögen die besondere Gruppe dunkeler Linien hervorruft.

Die gelbe Linie des Natriumspectrums tritt genau an der Stelle auf, an welcher sich im Sonnenspectrum die Linie D zeigt; von den zahlreichen Linien des Eisenspectrums fallen nach Kirchhoff's Beobachtung etwa 60 mit dunkelen Linien des Sonnenspectrums zusammen; hieraus wird die Anwesenheit von Natrium- und Eisendämpfen in der Atmosphäre der Sonne gefolgert. Die Möglichkeit, daß dies Zusammenfallen heller und dunkeler Linien etwa ein Spiel des Zufalls sei, wird durch die große Zahl solcher Coincidenzen ausgeschlossen, denn die Wahrscheinlichkeit, daß z. B. die 60 Eisenlinien zufällig gerade die Stelle von 60 Frauenhofer'schen Linien einnehmen, war bei dem Kirchhoff'schen Versuche nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung $(\frac{1}{2})^{60} = \frac{1}{1,153,000,000,000,000,000}$, d. h. der Unmöglichkeit nahe kommend.

Auf diese Weise sind, als in der Sonnenatmospäre vorkommend, folgende Elemente nachgewiesen: Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Eisen, Calcium, Nickel, Chrom, Kupfer, Zink, Barium und wahrscheinlich auch Strontium, Kobalt und Cadmium. Nicht vorhanden, wenigstens nicht in genügender Menge, um wahrnehmbar zu sein, sind Gold, Silber, Quecksilber, Blei, Antimon, Arsen und das auf unserer Erde in so reicher Menge vorkommende Aluminium und Silicium, denn an den Orten ihrer hellen Linien sind keine dunkelen im Sonnenspectrum sichtbar.

Es ist hiergegen der Einwand erhoben worden, daß vielleicht die Absorption des Sonnenlichtes, welche die dunkelen Linien hervorruft, erst in der Erdatmosphäre stattfindet. Dann

---

[1]) Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum. Abhandlungen der Berliner Akademie. 1862.

müßten aber erstens alle die erwähnten Metalldämpfe in unserer Atmosphäre vorhanden sein, was schon der niederen Temperatur wegen nicht möglich ist, zweitens müßten alle dunkelen Linien in dem Maße deutlicher werden, als die Sonne dem Horizonte sich nähert, da dann die vom Lichte zu durchlaufende Luftschicht größer wird, drittens müßten dieselben Linien sich im Spectrum aller Fixsterne vorfinden, was nicht der Fall ist.

Dagegen ist durch die Untersuchungen der englischen Physiker Brewster und Gladstone und des französischen Astronomen Janssen[1]) festgestellt, daß allerdings ein Theil der Frauenhofer'schen Linien seinen Ursprung der in der Erdatmosphäre stattfindenden Lichtabsorption verdankt. Die ersteren beiden Forscher hatten schon im Jahre 1833 gefunden, daß von den dunkelen Linien des Sonnenspectrums einige gegen Abend und am Morgen sich stärker markiren, als bei hohem Stande der Sonne, und vermutheten, daß diese Streifen von der absorbirenden Wirkung der Luft herrühren. Ebenso machte Janssen, welcher im Jahre 1864 auf dem Faulhorn in 2683 Meter Meereshöhe Beobachtungen anstellte, die Wahrnehmung, daß ein Theil der dunkelen Linien im Sonnenspectrum viel schwächer war, als in der Ebene, während die anderen ihre Intensität beibehielten und an Schärfe gewannen. Um direct die Absorption durch die Erdatmosphäre nachzuweisen, operirte er mit künstlichem Lichte; er beobachtete nämlich vom Thurme der St. Peterskirche in Genf die Flamme eines großen in drei Meilen Entfernung in Nyon brennenden Holzstoßes, welche in der Nähe ein ganz continuirliches Spectrum zeigte, und fand in dem Spectrum derselben diejenigen dunkelen Linien wieder, welche im Spectrum der untergehenden Sonne erscheinen. Mit Rücksicht auf ältere Untersuchungen von Secchi[2]) und Cooke[3]) lag der Gedanke nahe, daß hauptsächlich oder ausschließlich der Wasserdampf der Atmosphäre es sei, der diese Absorptionsstreifen im Sonnenspectrum erzeuge. Ein directes Experiment Janssens lieferte den Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht. Eine eiserne Röhre von 37 Meter Länge, welche zur Vermeidung von Wärmeverlust mit einem mit Sägespänen gefütterten Holzmantel umgeben, und an beiden Enden durch starke Spiegelscheiben verschlossen war, wurde mit Wasserdampf unter einem Drucke von sieben Atmosphären gefüllt, zugleich waren Einrichtungen getroffen, daß sich der Dampf nicht condensirte. Durch diese 37 Meter dicke Wasserdampfschicht beobachtete nun Janssen das Spectrum, welches von dem Lichte von 16 Gasflammen herrührte, die am anderen Ende der Röhre brannten. Das Spectrum des Leuchtgases ist völlig continuirlich, da es von glühendem Kohlenstoff herrührt, aber durch die dicke Dampfschicht hindurch gesehen, zeigte es fünf dunkle Streifen, die vollkommen übereinstimmten mit Streifen des Sonnenspectrums, die man gegen Sonnenuntergang wahrnimmt.

Dieses Spectrum des Wasserdampfes (nicht zu verwechseln mit dem längst bekannten Wasserstoffspectrum) bot nun auch ein sicheres Mittel, die Gegenwart von Wasserdampf auf den Himmelskörpern zu erkennen. Janssen zog zunächst aus seinem Versuche den Schluß, daß die Atmosphäre der Sonne keinen Wasserdampf enthalte; ohne Zweifel ist die Temperatur der Sonne zu hoch, als daß sich in ihrer Atmosphäre der Wasserstoff mit dem Sauerstoff verbinden kann. Eine interessante Anwendung fand aber die Entdeckung der Wasserdampflinien beim Studium der Planetenatmosphären. Auf dem Gipfel des Aetna, in einer Höhe, welche einen Einfluß

---

1) Compt. rend. T. 60 p. 213. Poggendorff Bd. 126 S. 480.
2) Poggendorff Bd. 126 S. 485.
3) Poggendorff Bd. 128 S. 298.